



2024 기후서비스현황

5년경과보고서
(2019-2024)

WEATHER CLIMATE WATER



WMO-No. 1363

© World Meteorological Organization, 2024

WMO는 인쇄, 전자 및 기타 모든 형태와 언어로 출판할 권리를 보유합니다. WMO 출판물에서 짧은 발췌는 출처를 명확히 표시하는 조건 하에 허가 없이 복제할 수 있습니다. 이 출판물을 전부 또는 일부를 출판, 복제 또는 번역하려는 편집 관련 서신과 요청은 다음 주소로 보내야 합니다:

Chair, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Email: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-11363-4

참고

WMO 출판물에서 사용된 명칭과 이 출판물에 포함된 자료의 표현은 WMO가 어떤 국가, 영토, 도시 또는 지역, 그 권한, 또는 그 경계와 국경의 구분에 대해 어떠한 의견을 표명하지 않음을 의미합니다.

특정 회사나 제품의 언급은 WMO가 다른 유사한 성격의 제품이나 회사보다 이를 선호하거나 추천한다는 의미가 아닙니다.

WMO 출판물에 저자 이름이 명시된 연구 결과, 해석 및 결론은 저자 개인의 의견에 해당하며, 반드시 WMO 또는 그 회원국들의 입장을 반영하는 것은 아닙니다.

CONTRIBUTORS

Editorial board:

Ko Barrett, Veronica F. Grasso, Christopher Hewitt, Daniel Kull, Filipe Lúcio, Jean-Baptiste Migraine, Brigitte Perrin, Roger Pulwarty, Michael Sparrow, Johan Stander, Nir Stav

Coordination team:

Veronica F. Grasso (publication coordinator), Christopher Hewitt, Tom Idle, Jean-Baptiste Migraine, Nakiete Msemu

Scientific review:

WMO Standing Committee on Climate Services

Contributing authors:

Adaptation Fund: Cristina G. Dengel, Silvia Mancini, Justice Issah Surugu Musah, Hugo Paul Bernard Remaury, Naoki Uozawa, Kalterine Vrenezi

Agence Française de Développement : Julie Bompas, Marie-Noelle Woillez

African Development Bank: Dieudonné Goudou, James Kinyangi

Asian Development Bank: Alexandra Galperin, Gren J. Saldevar

Barbados Meteorological Services: Cherise Brathwaite

Belgian Climate Centre: Rozemien De Troch

Bureau of Meteorology, Australia: Skie Tobin

Climate Policy Initiative: Sasha Abraham, Baysa Naran

Climate Risk and Early Warning Systems: Chiara Ditunno, John Harding, Maria Lourdes Kathleen Macasil

Deloitte Belgium: Lucie Movva

Department of Meteorology, Ministry of Water Resources and Meteorology, Cambodia

Department of Meteorology and Hydrology, Lao People's Democratic Republic

Environmental Protection Agency, Ireland: Conor Quinlan

Food and Agriculture Organization of the United Nations: Jorge Alvar Beltrán, Arianna Gialletti

Global Environment Facility: Miguel Angel Arias Rozo, Alope Barnwal, Fareeha Iqbal, Yuki Shiga

Green Climate Fund: Kevin Horsburgh, Christina Humtsoe, Joseph Intsiful, Hyojin Park

Group on Earth Observations Global Agricultural Monitoring (GEOGLAM): Diego de Abelleira, Sven Gilliams, Esther Makabe

Inter-American Development Bank: Hori Tsuneki

Met Éireann - The Irish Meteorological Service: Keith Lambkin

Maldives Meteorological Service

Mauritius Meteorological Services: Dr Raj Booneedy

National Institute of Meteorology and Hydrology, Ecuador

National Meteorological Service of Argentina: Lorena Ferreira, María de los Milagros Skansi

Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration

Save the Children: Marit Aakvaag, Rexel Abrigo, David Bloomer, Jess Fullwood-Thomas, Edwin Horca, Nick Ireland,

Chimwemwe Kamala, Emma Visman

Seychelles Meteorological Authority: Vincent Amelie

Systematic Observations Financing Facility: Ana Heureux, Markus Repnik, Pauline Trepczyk

Transport Infrastructure Ireland: Billy O'Keefe

Trinidad and Tobago Meteorological Service: Zafir Imamshah, Kaidar Kissoon

UK Met Office: Rosanna Amato, Nicola Golding, Amy Waterson

United Nations Development Programme: Nury Bermudez, Ioana Creitaru, Ronald Jackson, Dao Khanh Tung, Benjamin

Larroquette, John Macauley, Cecilia Oh, Mashida Rashid, Douglas Webb

United Nations Environment Programme: Portia Hunt, Anita Mudzhumdar, Ayda Maria Villalobos Castro, Jochem Zoetelief

United Nations Framework Convention on Climate Change Secretariat: Paul Desanker, Chiara Fiorino

United Nations Office for Disaster Risk Reduction: Xuan Che, Sara Houghton, Animesh Kumar, Abhilash Panda

University College Cork: Paraic Ryan

University of Cambridge: Jeongyeon Choi, Karen Copeland

World Bank: Elif Ayhan

World Meteorological Organization: Roland Abah, Ernest Afiesimama, Victoria Alexeeva, Assia Alexieva, Abubakr Salih

Babiker, Omar Baddour, Julian Baez, Marta Baraibar, Hamid Bastani, Antonio Bombelli, Roberta Boscolo, Julia Chasco,

Ben Churchill, Jesse Cruz, Daniela Cueller Vargas, Amir Delju, Stephanie Gallash, Ilaria Gallo, Bernard Edward Gomez,

Sebastian Grey, Anahit Hovsepyan, Sari Lappi, Jochen Luther, Jiska Manicus, Rodney Martinez, Jean-Baptiste Migraine,

Muhi Musamah, Joshua Ngaina, Wilfran Moufouma Okia, Laura Paterson, Raul Polato, Claire Ransom, Zablou Shilenje,

Hlobile Sikhosana, Michael Sparrow, Barbara Tapia, Caterina Tassone, Saeed Vazifehkhah, Jason Thomas Watkins

Graphic Design: Design Plus d.o.o.

Photo cover: Muhammad Amdad Hossain (Bangladesh)

목차

Contributors	3
WMO 사무총장의 메시지	6
이 보고서에 관하여	7
주요 메시지	8
도전	10
극한 기후	10
위기에 대한 기후 정책 대응	12
2019년부터 2024년까지 전세계 기후서비스의 진행상황	17
지역별 진전: 아시아와 아프리카의 상당한 진전	17
가치 사슬 구성 요소의 진전	20
2024년 기후서비스의 글로벌 현황	31
기후 서비스를 위한 품질 관리 시스템 프로세스	32
기후 서비스에 대한 아동 중심적 접근: 아동을 위한 기후 서비스 개발	32
바누아투의 기후 회복력 강화를 위한 기후 정보의 전통 지식 통합	34
투자	35
기후 금융에서의 국가 기상 및 수문 서비스의 역할	35
파트너 투자 개요	36
향후 방향	40
국가 기상 및 수문서비스가 NDC 3.0을 통해 기후 조치를 가속화하는데 핵심적인 역할을 하는 방법	41
데이터와 방법	42

부록. 사례연구	43
기후 서비스에 의한 기후 행동에서 회원국의 진전을 위한 주요 요인	44
포커스 국가: 아프리카	45
모리셔스	45
세이셸	50
포커스 국가: 아시아	53
캄보디아	53
라오스	54
몰디브	57
포커스 국가: 남미	60
아르헨티나	60
에콰도르	63
포커스 국가: 북미, 중미 및 카리브해	65
바베이도스	65
트리니다드 토바고	68
포커스 국가: 남서 태평양	72
호주	72
필리핀	74
포커스 국가: 유럽	77
벨기에	77
아일랜드	80



Photo: Fabian Jones



기후행동은 시급하고 필수적입니다. 2023년은 지금까지 기록상 가장 더웠고, 극한 기후현상이 점점 더 빈번해지고 강력해지고 있습니다.

기후와 날씨는 재생에너지의 생산과 식량재배부터 운송, 어업, 건강에 이르기까지 우리가 하는 거의 모든 것에 영향을 미칩니다. 날씨와 기후에 대한 정보를 얻고, 그 정보에 따라 행동하는 것은 생명을 구할 뿐 아니라 경제성장을 촉진합니다.

WMO는 2019년부터 기후서비스 현황에 대한 연례분석 및 평가보고서를 발간해왔습니다. 이는 특히 유용한 보고서로, 진행 상황을 강조하고, 격차를 파악하며, 기후서비스를 더 잘 개발, 전달하고, 전세계의 기후 적응 및 완화 조치를 지원하기 위해 활용할 수 있는 방법에 대한 권장사항을 제시하도록 설계되었습니다.

이 최신 버전의 보고서는 현재 상황을 살펴보는 한편, 지난 5년 동안 이루어진 진전도 깊이 있게 다룹니다. 여기에는 모리셔스, 라오스, 아일랜드를 포함한 특정 국가가 기후 서비스를 사용하여 다양한 사회경제적 혜택을 제공하는데 어떻게 성공했는지에 대한 심층 분석이 포함됩니다.

보고서의 결론에 따르면, 의사결정에 정보를 제공하는 기후 서비스에 대한 필요성은 그 어느 때보다 커졌습니다. 이는 대부분 국가가 국가적 적응 전략의 일부로 인식하는 것입니다. 좋은 소식은 기후서비스 역량 수준이 계속 증가하고 있다는 것입니다. 특히 아시아와 아프리카 전역에서 그렇습니다.

그러나 여전히 개선의 여지가 많이 있습니다. 맞춤형 기후 서비스를 제공하는 국가가 너무 적고, 예를 들어 최빈개발도상국(LDC)과 소규모 섬 개발도상국(SIDS)의 관측 네트워크 범위에는 여전히 상당한 격차가 있습니다. 또한 기상 및 기후관련 사망자 수는 시간이 지남에 따라 감소하고 있지만 경제적 손실은 증가하고 있습니다.

지속 가능한 개발을 향한 우리의 여정에서 우리는 기후 과학을 서비스로 전환하고, 기후 서비스에 대한 접근성을 높이고, 보다 효과적으로 활용할 수 있도록 더 많은 노력을 기울여야 합니다.

물론 기후 및 조기 경보 서비스를 지원하기 위해 더 많은 투자가 필요합니다. 그러나 이는 또한 더 많은 지역 협력과 국가 기상 및 수문 서비스 간의 강화된 협업을 요구합니다. 지난 5년 동안 수집된 많은 사례 연구에서 이웃국가의 다양한 전문지식과 관행을 활용하는 것이 기후 서비스 진전을 이루는 핵심 요소로 강조되었습니다.

전례없는 환경 문제에 직면하여, 기후 대응을 위한 기후 정보의 개발, 전달 및 활용이 그 어느 때보다 중요해졌습니다.

Professor Celeste Saulo
Secretary-General
WMO

이 보고서에 관하여

2018년 유엔기후변화협약 (UNFCCC) 제24차 당사국 총회에서 파리협정 당사국 회의를 주재 하는 총회 (COP)는 WMO가 기후서비스를 위한 글로벌 프레임워크 (GFCS)를 통해 기후 서비스 현황을 정기적으로 보고할 것을 촉구했습니다.¹

WMO는 UNFCCC COP의 국가 적응 요구 사항에 대한 추가 정보 요청에 따라 2019년부터 기후 서비스 현황에 대한 연례 보고서를 발간했습니다.² 제공된 정보는 국가, 자금 기관 및 개발 파트너가 기후서비스 격차와 요구사항을 해결하는 데 필요한 단계를 식별하고, 보다 효과적인 투자를 알리고, 적응 및 개발 결과를 개선하는 데 도움이 됩니다.

2024년판 보고서는 기후 서비스의 현재 상태를 설명하는 동시에 지난 5년 동안 이루어진 진전을 조사하고 평가합니다. 이 보고서는 기후 문제에 대한 기후 정책 대응과 기후 서비스 가치 사슬 전반에 걸쳐 국가 기상 및 수문 서비스 (NMHSs)가 이룬 진전을 살펴봅니다.

올해의 에디션에는 13개국이 기후서비스를 성공적으로 사용하여 국가, 지역 또는 글로벌 수준에서 사회 경제적 혜택을 제공한 방법에 대한 심층적인 조사도 포함됩니다. 이 분석은 지난 5년 동안 여러 부문에 걸쳐 개발된 113개의 사례 연구를 기반으로 하며, 주요 지원 요소를 조사하고, 기후 서비스가 창출하는 가치를 보여줍니다.

1 Decisions | UNFCCC

2 See State of Climate Services Reports Series

주요 메시지

1. 의사결정에 기후서비스를 활용해야 할 필요성은 그 어느 때보다 커졌습니다.

2023년은 지금까지 기록상 가장 더운 해였습니다.³ 2015년에서 2023년 사이의 9년은 기록상 가장 더운 해였으며,⁴ 극한 기후 현상이 점점 더 빈번하고 강력해지고 있습니다.⁵ 국가 적응 계획(NAPs)에 기후 서비스를 통합하려는 인식과 의지가 커지고 있습니다. NAP 분석 결과, NAP를 제출한 58개국 중 80% 이상이 국가 적응 전략의 일부로서 기후 서비스의 중요성을 인정하고 있으며, NAP에서 의사 결정과 적응 조치를 알리기 위해 기후 정보가 필요하다는 것을 강조합니다. 또한 국가 온실가스 감축목표(NDCs)의 60%가 기후 서비스를 언급하고 있습니다. (위기에 대한 기후 정책 대응 섹션 참조).

2. 지난 5년 동안 기후 서비스 역량 측면에서 상당한 진전이 있었으며, 특히 아시아와 아프리카 지역에서 그러했습니다.⁶ “선진화된 기후 서비스를 제공하는 국가 기상 및 수문서비스(NMHS)의 수는 거의 두배로 증가했으며,⁷ 2019년도에 8개였던 것이 2024년도에 15개로 증가했습니다. 같은 기간 동안 “전체적 역량(Full Capacity)”으로 서비스를 제공하는 NMHS의 수도 11개에서 17개로 증가했습니다. 동시에 “기본(Basic)” 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 절반 가까이 감소하여 이러한 서비스의 접근성과 포괄성이 더 높아지는 추세임을 분명히 보여주며, 사회가 기후정보에 입각한 의사결정을 통해 기후 문제에 더 효과적으로 대처할 수 있게 되었습니다. 전세계적으로 좋은 진전이 이루어졌지만 기후변화에 매우 취약한 아시아와 아프리카 국가는 기후 서비스 역량 수준을 향상시키는데 놀라운 진전을 보였습니다. (2019년에서

2024년까지 전지구 기후 서비스의 진행 상황 섹션 참조) 이들은 기후서비스 향상을 위한 기금을 가장 많이 받는 지역입니다.

3. 지난 5년간의 진전에도 불구하고 여전히 격차가 있습니다.

기후서비스의 역량이 상당히 개선되었지만, 2024년에 많은 NMHS(33%)가 여전히 “필수적” 수준에서 기후 서비스를 제공했습니다. 진전이 만들어지는 동안, 회원의 14%만이 맞춤형 기후 서비스 제품의 공동설계 및 공동개발이 이루어지는 선진화된 수준에서 기후 서비스를 제공하고 있습니다. (그림 22). 특히 맞춤형 기후서비스 제품의 공동설계 및 공동개발에서 개선의 여지가 있습니다. 아프리카의 진전에도 불구하고, 이 지역의 NMHS 중 15%는 기후서비스 역량의 “기본 이하” 수준에 있습니다.⁸ 게다가 관측 네트워크의 범위에는 여전히 상당한 격차가 존재하며, 특히 최빈개발도상국(LDC)과 군소도서국(SIDS)은 의무적인 글로벌 기본 관측 네트워크 데이터의 9%만 수집하고 국제적으로 교환하고 있습니다. 또한 NMHS의 20% 미만은 지난 10년 동안 기상, 기후 및 수문 서비스에 대한 사회경제적 이익(SEB) 평가를 수행했다고 보고했으며, 가장 큰 격차는 아프리카와 남미에서 확인되었습니다.⁹ (가치 사슬 구성 요소의 진전 섹션 참조). 또한 더 많은 국가가 국가 차원에서 기후 서비스의 생산, 제공 및 적용을 개선하기 위해 국가 기후 서비스 프레임워크(NFCS)를 개발하고 구현하고 있습니다. (예: 부록의 아르헨티나, 아일랜드 및 벨기에 사례 연구 참조) 2024년에 98개 NMHS가 NFCS를 구현했다고 보고했습니다. 2019년에는 36개 NMHS만이 이를 수행했다고 보고했으며, 이는 63% 증가를 나타냅니다. 그러나 기후서비스의 공동개발에는 여전히

3 데이터는 다음 데이터셋에서 제공합니다: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, JRA-55 and ERA5. 이 데이터셋에 대한 자세한 사항은 *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347)의 “Datasets and methods” 섹션에서 확인할 수 있습니다.

4 세계기상기구(WMO). *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347). Geneva, 2024.

5 Seneviratne, S. I.; Zhang, X.; Adnan, M. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al. Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA. doi:10.1017/9781009157896.013.

6 이 분석은 2019년과 2024년에 WMO에 보고한 83개 회원국이 기후 서비스 구현 체크리스트에 응답한 데이터를 바탕으로 이루어졌습니다.

7 카테고리는 “기본”, “필수”, “전체” and “선진화된(고급)”으로 나뉩니다. “기본 미만”은 기본 역량 기준을 충족하지 못하는 경우에 사용됩니다. 정의에 대해서는 *WMO Capacity Development Strategy and Implementation Plan* (WMO-No. 1133)을 참조하십시오.

8 주요 격차는 기본 시스템, 관측 및 모니터링, 평가에 있습니다.

9 WMO Data Collection Campaign 2021, Part 05: August 2022 update, 2022.

상당한 격차가 있습니다. 여기에는 어린이, 여성, 장애인 및 기타 소외된 사회 및 생계 집단에 대한 기후 관련 위험의 특정 영향을 인식하는 격차가 포함됩니다.

또한 더 많은 국가가 NFCS를 사용하여 국가 수준에서 기후 서비스의 생산, 제공 및 적용을 개선하고 있습니다. (예: 부록의 아르헨티나, 아일랜드, 벨기에의 사례 연구 참조)

4. 지역 협력은 기후 서비스의 성공적인 개발, 전달 및 활용을 가능하게 하는 핵심 요소입니다.

2024년에는 26개의 WMO 지역훈련센터(RTC)가 지정되어 날씨, 기후 및 수문서비스를 개발하고 제공하는데 필요한 역량과 지식을 NMHS 인력에게 교육하고 제공하는 허브 역할을 했습니다. 2024년에는 이러한 센터가 143개의 NMHS에게 혜택을 제공했으며, 2019년에는 65개였습니다.¹⁰ 2024년에는 69개의 NMHS가 훈련을 위해 이웃 또는 다른 NMHS와 협력했다고 보고했으며, 이는 2019년 이후 30% 증가한 수치입니다. NMHS간 이러한 협력 증가는 NMHS의 강화를 지원하고 이웃 NMHS 또는 지역의 다양한 전문 지식과 관행을 활용하는 교육 및 훈련 노력에 대한 수요가 증가하고 있음을 보여줍니다.¹¹ (역량 개발: 지역 협력은 핵심 요소 섹션 참조). 지역협력의 중요성은 이 보고서의 부록에 포함된 많은 사례 연구, 예를 들어, 트리니다드 토바고, 세이셸¹², 호주, 모리셔스, 몰디브의 사례 연구와 2019년 이후 수집된 113건 중 36건의 기후 서비스 상태 보고서^{13,14}의 일부에서 강조됩니다.

5. 산업화 이전 수준보다 장기적으로 지구 평균 표면 온도 상승을 2 °C 이하로 유지하고 기후 변화에 대한 최악의 결과를 피하기 위해 이를 1.5 °C로 제한하기 위한 노력을 추진하려면 해야 할 일이 더 많습니다.

기후 적응에 사용되는 630억 미국 달러(USD) 중 거의 3분의 1이 기후 정보에 입각한 투자에 사용 되고, 그 중 일부 (약 40억~50억 달러로 추산)가 기후 서비스와 조기 경보 활동을 명시적으로 지원합니다. 그러나 전반적인 증가에도 불구하고 지속적인 투자가 반드시 NMHS 역량 구축 지원으로 이어지지는 않으며, 투자를 계속 동원할 필요가 있습니다. (투자 섹션 참조).



10 이 증가는 회원국들의 높은 응답률과 관련이 있습니다.

11 이는 2019년에 응답한 83개의 NMHS와 2024년에 데이터를 업데이트한 기관을 기반으로 합니다.

12 트리니다드 토바고는 다른 카리브해 국가들과 협력하여 지식, 과학적 발전 및 기술 제품을 공유하고 있습니다.

13 <https://wmo.int/publication-series/state-of-climate-services>

14 <https://wmo.int/site/global-framework-climate-services-gfcs/what-are-climate-services>

도전

WMO가 공식 연례 기후 상태 보고서에 사용한 6개의 글로벌 데이터 세트에 따르면, 2023년은 기록상 가장 더운 해였습니다.¹⁵ 글로벌 연평균 지표 근처 온도는 1850-1900년 산업화 이전 평균보다 1.45 °C ± 0.12 °C 높았습니다. 2015년에서 2023년 사이의 9년은 모든 데이터 세트에서 기록상 가장 더웠습니다.¹⁶

3대 온실 가스의 대기 중 농도는 2022년에 새로운 관측 최고 기록을 달성했으며, 이산화탄소 (CO₂) 수치는 백만 분의 417.9 ± 0.2, 메테인 (CH₄) 수치는 십억 분의 1,923 ± 2, 아산화질소 (N₂O) 수치는 335.8 ± 0.1 ppb로 산업화 이전(1750년 이전) 수치의 각각 150 %, 264 %, 124 %에 달했습니다. (그림 1) 마우나로아¹⁷ (미국, 하와이) 및 케나루크/케이프 그림¹⁸ (호주, 태즈마니아)을 포함한 특정 지역의 실시간 데이터는 2023년에도 CO₂, CH₄, N₂O 수치가 계속 증가했음을 나타냅니다.

지난 20년 동안 해양 온난화 속도도 증가했습니다. 2023년 해양 열 함량은 기록상 가장 높았습니다. 해양 온난화와 빙상에서 얼음 질량의 급속한 손실은 2014년에서 2023년 사이에 지구 평균 해수면이 연간 4.77mm씩 상승하는 데 기여했으며, 2023년에 새로운 기록적인 최고치를 기록했습니다.

극한 기후

최신 기후변화에 관한 정부간 패널 (IPCC) 보고서에 따르면,¹⁹ 극한 기후 현상이 점점 더 빈번하고 강력해지고 있습니다. 동시에 발생하는 폭염과 가뭄과 같은 복합적 사건의 가능성이 증가하고 있으며, 지구 온난화와 함께 계속될 것으로 예상됩니다. 덥고 건조하고 바람이 많이 부는 현상이 특징인 화재 기상 조건이 일부 지역에서 더 가능성이 높아지고 있으며, 지구 온난화와 함께 더욱 증가할 것이라는 확신이 높아지고 있습니다. 또한 지난 40년 동안 3-5등급 열대저기압의 비율이 증가했을 가능성이 큼니다.²⁰ 2020년에서 2024년 중반까지는 홍수가 가장 자주 보고된 재해였습니다. 그러나 열 관련 위험이 사망의 주요 원인이 되었으며,²¹ 전 세계적으로 보고된 전체 기상, 물 및 기후 관련 사망의 57%가 해당했습니다. 폭풍은 가장 큰 경제적 손실을 초래했으며, 전체의 59%²²에 기여했습니다. (그림 2, 그림 3 참조) 이는 국제 재해 데이터베이스 EM-DAT의 데이터에 따른 것입니다.

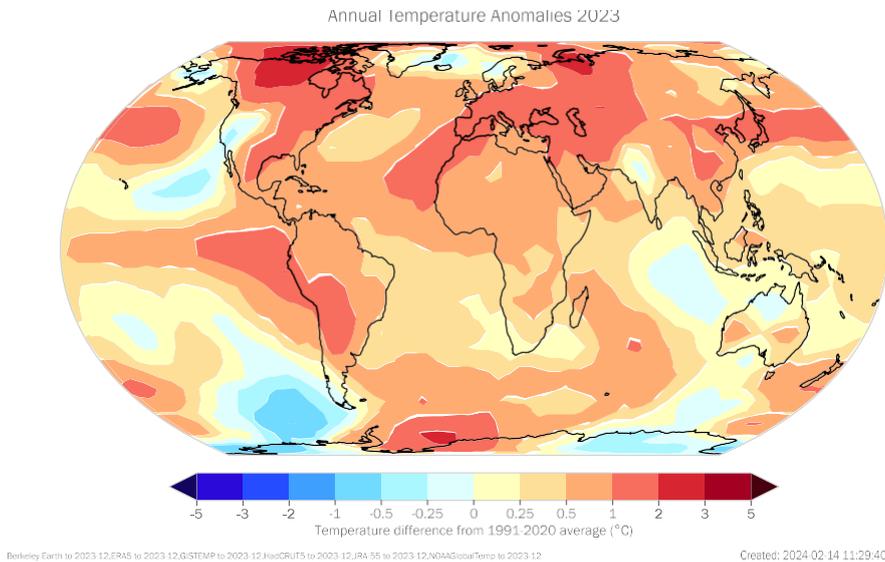


그림 1. 2023년 평균 지표 근처 온도 아노말리 (1991-2020년 평균과의 차이)

15 데이터는 다음 데이터셋에서 가져왔습니다: HadCRUT5, NOAA GlobalTemp, GISTEMP, Berkeley Earth, JRA-55 and ERA5. 이 데이터에 대한 자세한 내용은 *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347)의 '데이터셋 및 방법론' 섹션에서 확인할 수 있습니다.

16 *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347)

17 *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347)

18 *State of the Global Climate 2023* (WMO-No. 1347)

19 Seneviratne, S. I.; Zhang, X.; Adnan, M. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, P. et al. Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA. doi:10.1017/9781009157896.013.

20 Seneviratne, S. I.; Zhang, X.; Adnan, M. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al. Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA. doi:10.1017/9781009157896.013.

21 World Health Organization (WHO). *Heat and health* web page, 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/climate-change-heat-and-health>.

참고: 기후변화로 인해 극단적인 더위에 노출되는 인구는 모든 지역에서 급격히 증가하고 있습니다. 65세 이상 사람들의 열 관련 사망률은 2000-2004년과 2017-2021년 사이에 약 85% 증가했습니다.

22 WMO 분석, EM-DAT data (2020-2024, accessed on 12 April 2024)

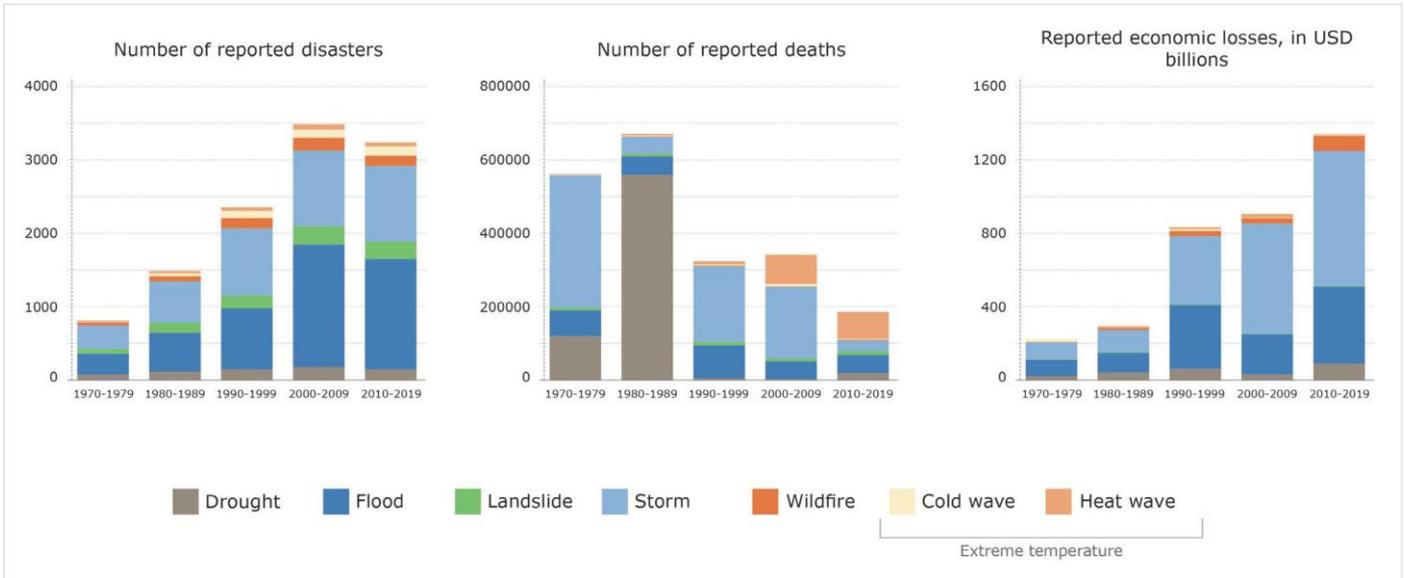


그림 2. 보고된 재난의 수 (왼쪽), 보고된 사망자 수 (중앙), 보고된 경제적 손실 수 (오른쪽)의 위험 유형별 분포 (1970-2019)

Source: WMO Atlas of Mortality and Economic Losses from Weather, Climate and Water Extremes (1970-2019) (WMO-No. 1267)

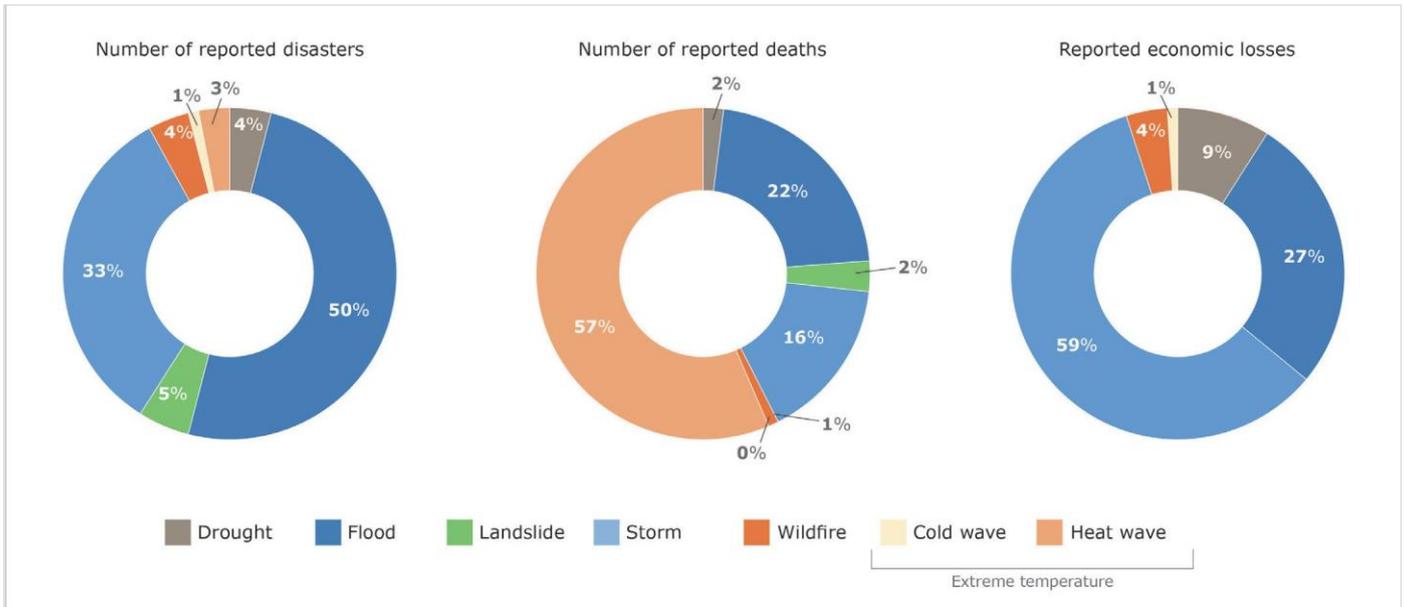


그림 3. 보고된 재난의 수 (왼쪽), 보고된 사망자 수 (중앙), 보고된 경제적 손실 (오른쪽)의 위험 유형별 분포 (2020-2024)

Source: WMO analysis of EM-DAT data (2020-2024, accessed in April 2024)

지속적인 온난화 추세가 유엔 지속 가능한 개발 목표 (SDGs) 전체에 영향을 미칠 가능성이 있기 때문에 기후 서비스 (의사 결정을 위한 기후 정보)에 대한 필요성이 그 어느 때보다 커졌습니다.

위기에 대한 기후정책 대응

국가 적응 계획 (NAP) 분석은 주요 기후 취약 부문과 지리적 영역에 대한 국가적 적응 전략에 기후 서비스를 통합하는 것의 중요성에 대한 인식이 증가하고 있음을 시사합니다. NAP를 제출한 58개국 (2024년 7월 기준) 중 48개국 (83%)이 국가적 적응 전략의 일부로서 기후 서비스의 중요성을 인정하고 인식했으며, NAP에서 의사 결정과 적응 조치를 알리기 위해 기후 정보가 필요함을 강조했습니다. 기후 서비스에 대한 적응 우선 순위에는

수자원 관리 개선, 농업 기상 서비스 및 기후 정보 시스템 강화, 효율적인 홍수 예측 및 대비를 위한 개선이 포함됩니다. 국가 온실가스 감축목표 (NDC)에서 기후 서비스에 대한 강조가 새롭게 증가함에 따라 의사 결정을 지원하고 기후 영향에 대한 대비를 강화하기 위해, 시간 척도 전반에 걸쳐 시기적절하고 정확한 기후 정보를 제공하는 것의 중요성이 강조됩니다.

NAP을 공식화하고 이행하는 절차는 2010년에 수립되었습니다. 이는 UNFCCC 당사국이 중장기적 적응 필요성을 파악하고, 이러한 필요성을 해결하기 위한 전략과 프로그램을 개발하고 이행하는 수단으로 NAP을 공식화하고 이행할 수 있도록 했습니다. NAP은 적응을 위한 핵심적인 글로벌 전달 수단으로, 회복력을 구축하고 적응 역량을 강화하여 적응에 대한 글로벌 목표를 달성할 수 있도록 합니다.

국가 온실가스 감축목표는 파리 협정의 핵심이며, 각국의 기후 행동 계획 역할을 합니다. 이 계획은 지구 온난화를 1.5 °C 이하로 제한하고 기후 영향에 적응하며 이러한 노력을 지원하기 위한 필요한 재정을 확보하겠다는 약속을 설명합니다. 5년마다 점점 더 야심찬 목표로 업데이트 되고 있는 국가 온실가스 감축목표는 각국의 고유한 역량을 반영합니다.

적응은 많은 UNFCCC 당사국, 특히 심각한 기후 영향을 이미 겪고 있는 군소도서국 (SIDS)과 최빈개발도상국 (LDC)에게 최우선 과제입니다. 2024년 7월 현재 NAP을 제출한 58개국 중 22개국은 LDC이고 13개국은 SIDS였습니다.

NAP은 국가가 직면한 특정 기후 위험과 위기를 개략적으로 설명하고, 관련 영향과 취약성, 그리고 이를 해결하기 위한 적응 조치를 설명합니다. 확인된 가장 일반적인 기후 관련 위험은 가뭄, 홍수, 기온상승, 해수면 상승, 토지 및 산림 황폐화입니다. 사이클론과 태풍의 강도와 빈도 증가는 대부분 SIDS에서 주요 우려 사항이었고, 폭풍 해일에 대한 우려를 표명할 가능성도 더 높았습니다. 토지 및 산림 황폐화는 남미에서 특히 우려 사항이었고, 남미의 많은 국가에서 이를 해당 지역의 주요 위험으로 강조했습니다. 그림 4는 2024년 7월 현재 특정 기후 위험이 확인된 NAP의 수를 보여줍니다.

분석된 54개 NAP을 기준으로 언급된 상위 4개 적응 우선순위는 다음과 같습니다: 농업 및 식량 안보(51개 NAP에서 최우선 순위로 기록됨), 건강 및 웰빙 (45), 물 (43), 생태계 (39). 기후변화에 대한 취약성을 줄이는데 적응 조치가 핵심으로 여겨지는 가장 일반적으로 우선순위가 높은 주제 영역은 그림 5에 나와 있습니다.

2019년 NDC에서 언급된 상위 4개 적응 우선 분야는 농업 및 식량 안보, 물, 재해 위험 감소 및 건강이었습니다. (그림 6 참조)

새로 제출된 NDC에서 언급된 상위 4개 적응 우선 분야는 NAP에서 식별된 상위 4개와 일치하지만 순위는 다릅니다: 물 (134개 당사국이 최우선 적응 우선 분야로 지적), 농업 및 식량 안보 (131), 건강 (112), 생태계 및 생물다양성 (111). 그림 7은 2차 국가 온실가스 감축목표를 기반으로 한 주요 적응 집중 분야를 보여줍니다.

기후변화로 인한 극심한 기상 현상, 폭염, 홍수, 가뭄 및 매개체 매개 질병의 증가와 건강 시스템의 약점을 부각시킨 COVID-19 팬데믹은 국가 온실가스 감축목표의 “상위 3개” 적응 우선순위를 만들었습니다. 당사국들은 이제 미래의 건강 위협에 대한 회복력을 구축하는데 있어 강력한 건강 인프라와 준비의 중요한 역할을 인식하고 있습니다.

또한 기후변화, 생태계, 생물 다양성의 상호 연결성과 기후변화가 생물군계에 미치는 파괴적인 영향에 대한 인식이 커지면서 국가 온실가스 감축목표가 바뀌고 있습니다. 당사국들이 기후 위기를 해결하기 위한 포괄적인 솔루션을 모색함에 따라 건강한 생태계와 풍부한 생물 다양성은 적응과 완화를 위한 보다 회복력 있는 미래를 구축하는 데 필수적인 동맹으로 여겨지고 있습니다.

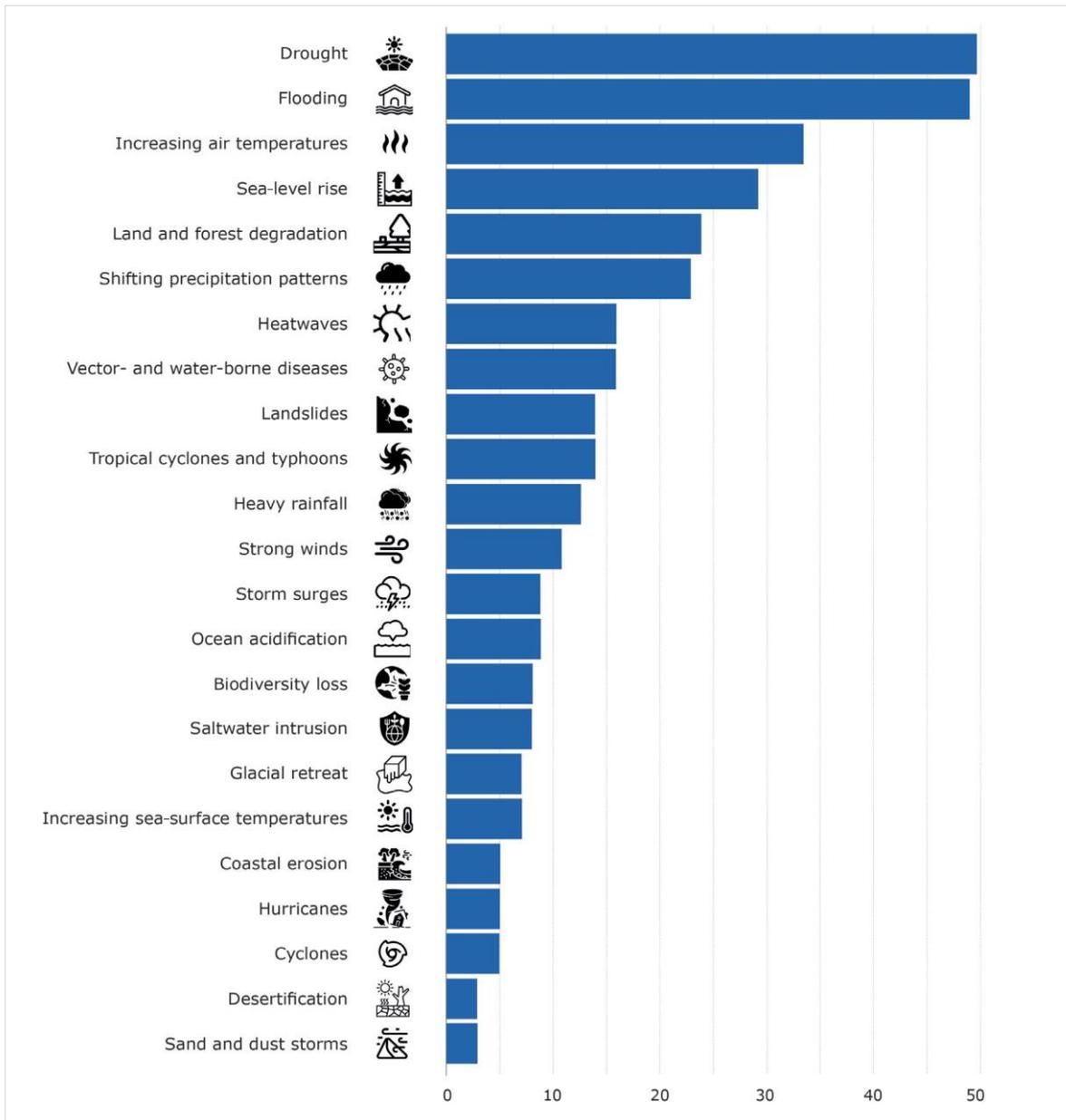


그림 4. 2024년 3월까지의 데이터 분석을 포함한 2024년 7월 현재 특정 기후 위험이 식별된 NAP의 수

참고: NAP에는 두 개 이상의 기후 위험 또는 그 영향에 대한 정보가 포함될 수 있습니다.

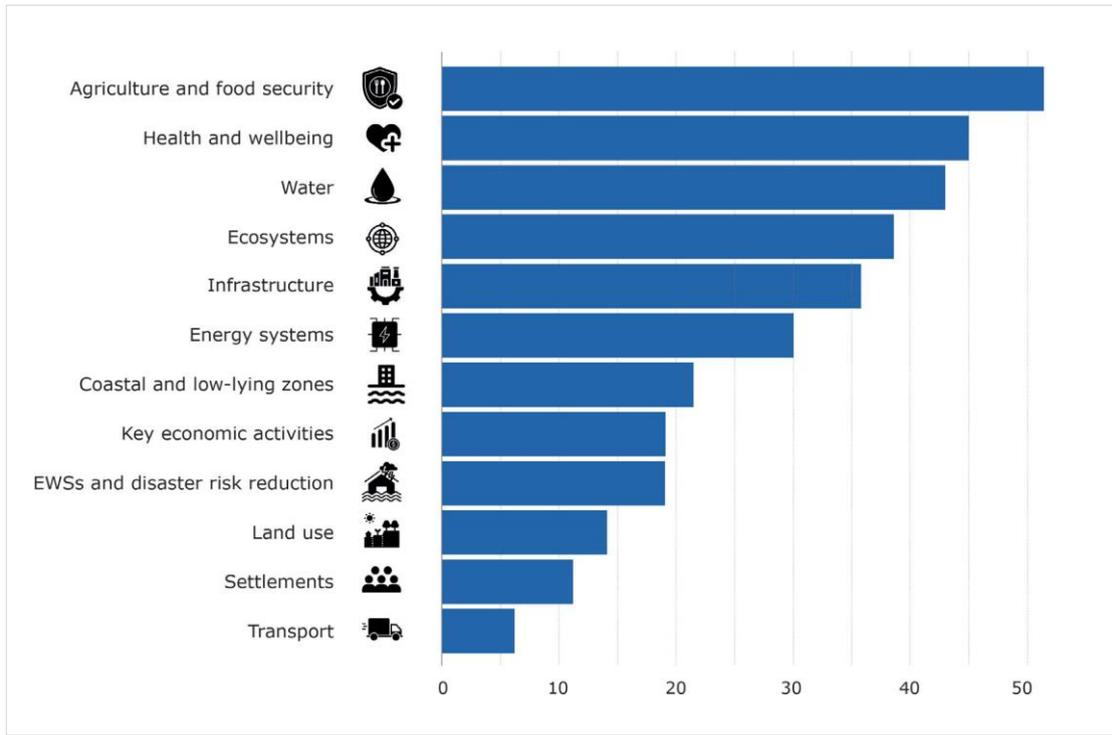


그림 5. 2024년 3월까지의 데이터 분석을 포함한 2024년 7월 기준으로 기후변화에 대한 취약성을 줄이는데 필요한 핵심으로 간주되는 공통 주제 영역

참고: 주제 영역은 NAP에서 도출한 공통 분류법을 기반으로 합니다.
EWSs = early warning systems.

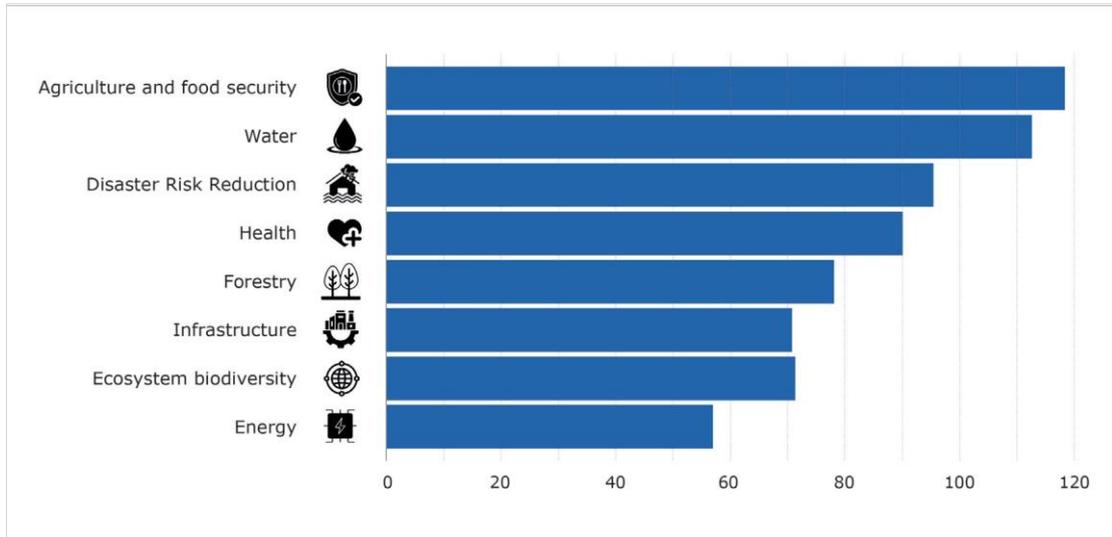


그림 6. 2019년에 분석된 184개 NDC를 기반으로 한 적응 중점 분야²³

23 2019 State of Climate Services: Agriculture and Food Security (WMO-No. 1242)

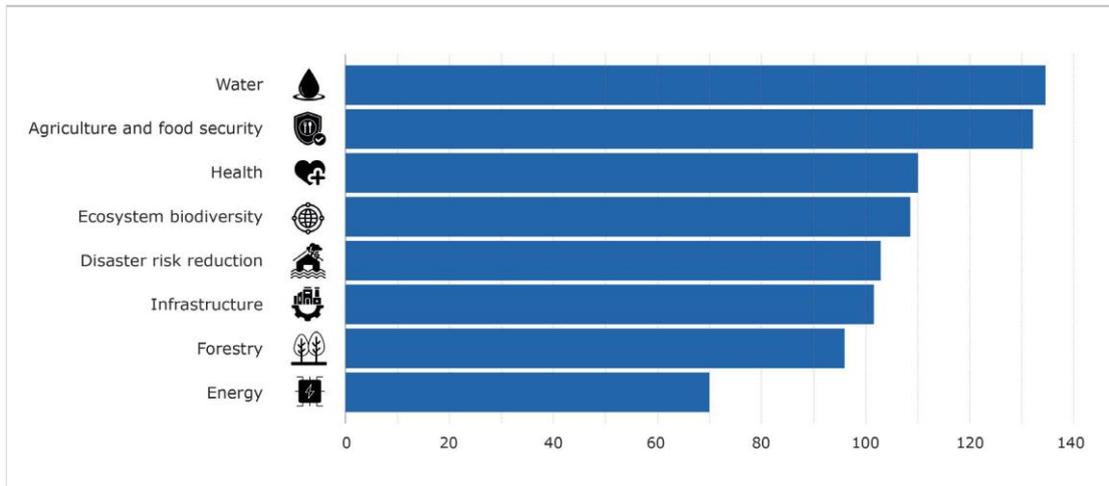


그림 7. 2024년 5월 현재 2차 라운드에서 제출된 178개 NDC를 기반으로 한 적응 집중 분야

Source: WMO analysis of the NDCs

유엔 지속가능개발목표(SDGs)는 2차 NDC에서 자주 언급되었습니다. 예를 들어, 76개 당사국이 저렴하고 깨끗한 에너지에 초점을 맞춘 SDG 7을 언급했습니다.

NMHS는 유엔 지속가능개발목표(SDGs) 달성에 중요한 역할을 해야 합니다. 그러나 이 보고서의 사례 연구 초점인 13개국의 국가 자발적 검토 보고서²⁴를 분석한 결과, SDG 달성에 있어 NMHS의 역할에 대한 언급은 없습니다.

기후 서비스의 이점

지속 가능한 개발과 기후 적응을 추구하면서 날씨, 기후, 물 및 환경에 대한 정보와 서비스에 대한 수요가 증가하고 있습니다. 목표는 수문기상 및 관련 환경적 위험으로부터 생명과 생계를 보호하고 날씨, 물 및 기후에 민감한 분야에서 유익한 사회경제적 및 환경적 결과를 달성하는 것입니다.

기후 서비스는 변화하는 기후에 직면하여 적응 능력을 구축하고, 취약 계층을 보호하고, 지속 가능한 개발을 보장하는 데 필수적인 도구입니다. 적응 결과 개선을 위한 기후 서비스는 간담하면서도 포괄적인 가치 사슬에 달려있습니다. 이 가치 사슬은 기후 서비스의 생산 및 제공 (기후 서비스 정보 시스템) 뿐만 아니라 이해 관계자의 행동 및 결과도 포함하며, 관련 사회 경제적 비용과 이익의 평가도 포함합니다.²⁵

기후 서비스 가치 사슬의 핵심 구성 요소는 다음과 같습니다:

- 기후 모니터링 및 예측에 필수적인 기후 데이터의 지속적이고 안정적인 수집을 보장하기 위한 **기본 시스템 및 관측**;
- 기후 서비스가 최신 과학 데이터, 정보 및 지식에 기반을 두고 있는지 확인하기 위한 **연구, 모델링 및 예측**;
- 기후데이터와 정보가 효율적이고 안정적으로 수집, 처리 및 배포되도록 보장하기 위한 **기후 서비스 정보 시스템(CSIS)**. 여기에는 기후 관측, 기후 예측 및 기후변화 예측이 포함됩니다;
- **사용자 참여** (사용자 인터페이스 플랫폼이라고도 함)는 기후 서비스 제공자와 사용자 간의 대화와 상호 작용을 촉진하여 서비스가 다양한 부분의 요구를 충족하도록 조정되고 기후 서비스의 더 큰 혜택과 사용으로 이어질 수 있도록 합니다;²⁶
- 기후 정보에 대한 이해와 적응을 강화하기 위한 교육 및 훈련 프로그램을 포함한 **역량 개발**;
- 거버넌스는 가치 사슬 전반에 걸쳐 기후 서비스에 대한 조정을 보장하고, NMHS가 국가 기후 서비스 활동에 기여할 수 있도록 합니다.

24 이 보고서는 2030 지속가능한 개발 의제의 후속 검토 메커니즘의 일환으로 작성되었습니다.

25 *Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services* (WMO-No. 1153)

26 Daniels, E.; Bharwani, S.; Butterfield, R. *The Tandem Framework: A Holistic Approach to Co-designing Climate Services – SEI Discussion Brief*; Stockholm Environment Institute: Stockholm, 2019. <https://www.sei.org/publications/the-tandem-framework-a-holistic-approach-to-co-designing-climate-services/>. See also Carter, S.; Steynor, A.; Vincent, K. et al. *Manual: Co-production of African Weather and Climate Services; Future Climate for Africa and Weather and Climate Information Services for Africa*: CapeTown, 2019. <https://futureclimateafrica.org/coproduction-manual>.

기후 서비스란 무엇인가?

기후 서비스는 의사 결정을 돕기 위해 기후 데이터, 정보 및 지식을 제공하고 사용하는 것입니다. 기후 서비스는 서비스 수신자와 제공자 간의 적절한 참여와 적시에 조치를 취할 수 있는 효과적인 접근 메커니즘이 필요합니다. 기후 서비스는 의사 결정권자가 날씨와 기후의 영향에 대비하도록 돕는데, 이는 기후가 변화함에 따라 특히 중요합니다. 다음 예시 질문에 대한 응답을 포함해야 합니다.

- 예상되는 계절별 강우량의 영향을 고려하여 내 지역에서 예방 접종 프로그램을 계획해야 합니까?
- 예상되는 강우량과 기온을 고려하여 다음 시즌에 가뭄에 강한 씨앗을 심어야 합니까?
- 앞으로 몇 달, 계절, 몇 년 동안 다양한 지역에서 얼마나 많은 풍력 및 태양열 자원을 확보하여 새로운 재생 가능 발전소를 설립하고 운영할 수 있을까요?
- 우리 도시의 인프라는 기후변화로 인한 극심한 강우량의 예상 변화에 회복력이 있습니까?
- 해수면 상승은 앞으로 수십년 동안 해안 지역 사회와 인프라에 어떤 영향을 미칠 수 있으며 적응을 위해 어떤 투자가 필요합니까?

2019년부터2024년까지 전세계 기후서비스의 진행상황

지난 5년 동안 기후 서비스 역량 수준을 개선하기 위한 상당한 진전이 있었습니다.

지난 5년 동안 NMHS에서 제공하는 기후 서비스가 상당히 개선되었습니다.²⁷ “고급” 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 거의 두배로 증가했습니다. 2019년 8개에서 2024년 15개로 증가했습니다. “전체적” 역량 서비스를 제공하는 NMHS의 수도 11개에서 17개로 증가했습니다. 동시에 “기본” 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 거의 절반으로 감소했습니다. 모든 수준의 기후 서비스에서 변화가 분명히 관찰됩니다. (그림 8) 이는 이러한 서비스의 포괄성과 정교함에서 큰 도약을 의미하며, 사회가 기후 과제를 보다 효과적으로 해결할 수 있게 해줍니다. 이러한 발전은 기후 모니터링 및 예측을 개선하여 극한 기상 및 기후 현상에 대한 더 나은 대비를 가능하게 합니다.

지역별 진전: 아시아와 아프리카의 상당한 진전

전세계적으로 진전이 이루어졌지만, 특정 지역에서는 앞서 나가고 있습니다. 기후변화의 영향에 매우 취약한 아시아와 아프리카와 같은 지역은 기후 서비스를 개선하는 데 있어 주목할 만한 진전을 보였습니다. 이러한 진전은 극심한 기상 현상, 해수면 상승, 물 부족과 같은 기후 관련 과제를 고려할 때 특히 주목할 만합니다. 아시아와 아프리카의 진전은 기후 회복력과 대비를 개선하려는 글로벌 추세를 강조합니다. 모든 지역에서 기후 서비스가 개선되어 전세계적으로 기후변화에 대처하려는 집단적 노력이 입증되었습니다.

아시아의 많은 회원들은 기본 시스템 및 관측, 사용자 참여 플랫폼, 역량 개발, 기후 서비스의 제공 및 적용을 포함한 전체 가치 사슬에서 진전을 경험했습니다.

아프리카에서는 사용자 참여 플랫폼, 역량 개발 및 거버넌스에서 눈에 띄는 개선이 있었습니다. 이러한 진전은 NMHS가 국가 기후 서비스 프레임워크(NFCS)를 수립하기 위해 협력하는 수가 증가한 데 기인합니다. (그림 9)

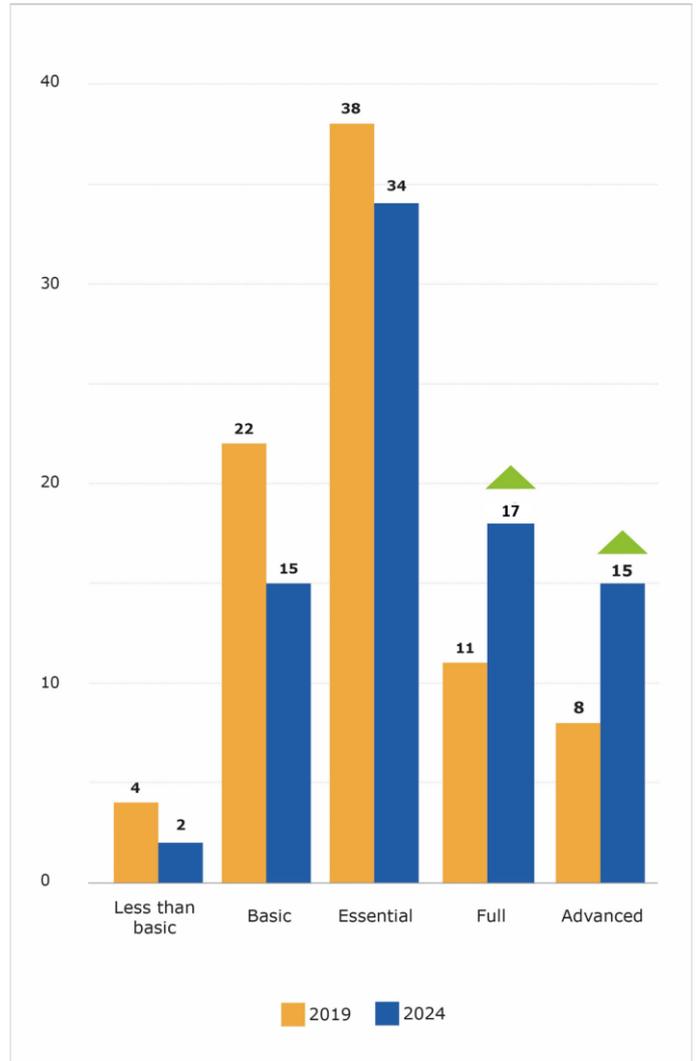


그림 8. 2019년에 응답하고 2024년에 데이터를 업데이트 한 83개 MHS를 기반으로 한 2019년 및 2024년 기후 서비스 역량

27 이 분석은 2019년과 2024년에 WMO에 보고한 83개의 NMHS의 기후 서비스 이행 점검표에 응답한 내용을 바탕으로 합니다.

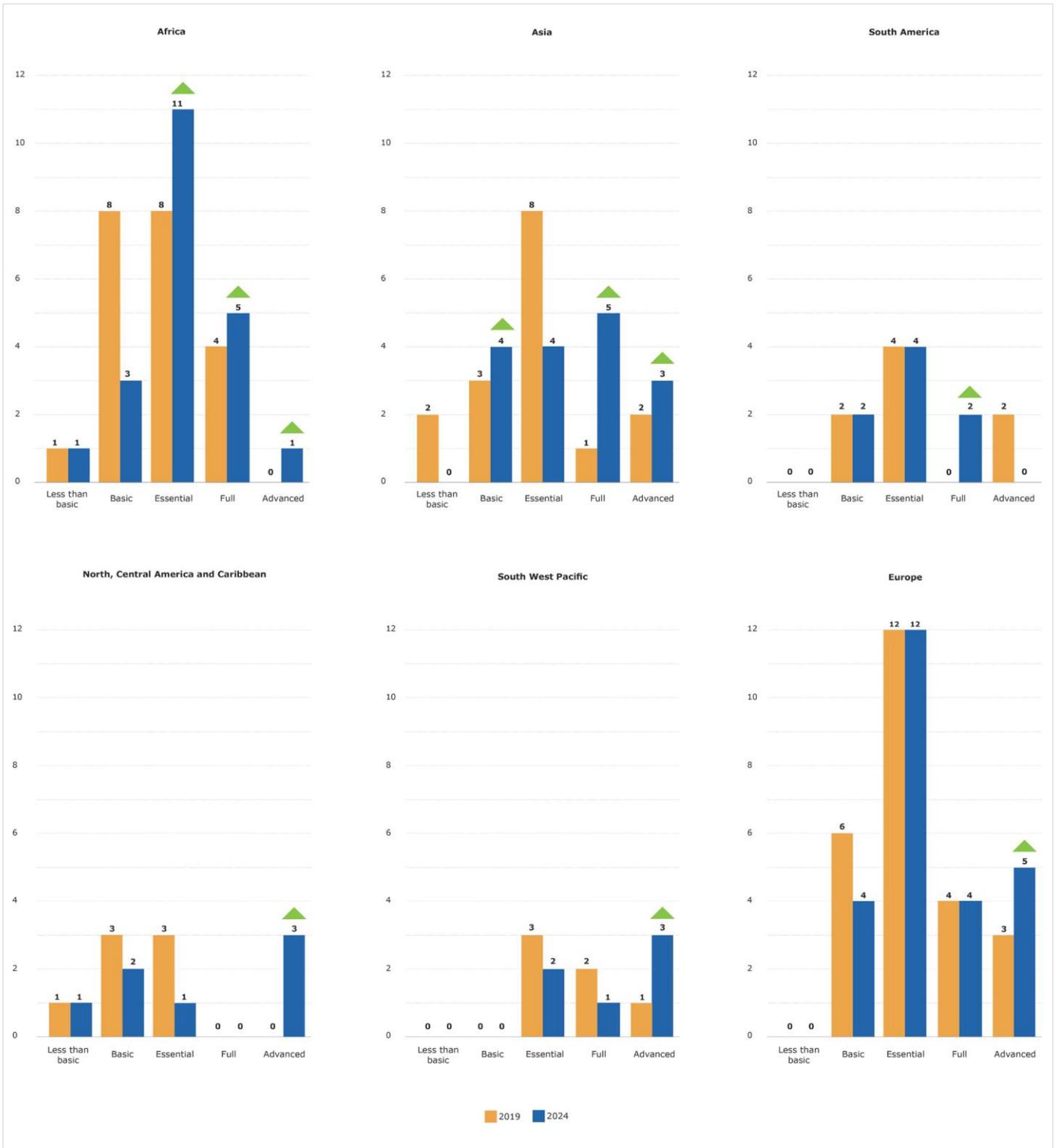


그림 9. 기후 서비스 역량의 지역적 분포, 기후 서비스 역량 수준 (기본 미만, 기본, 필수, 전체, 선진화)의 각 범주에 있는 NMHS 수를 보여줌

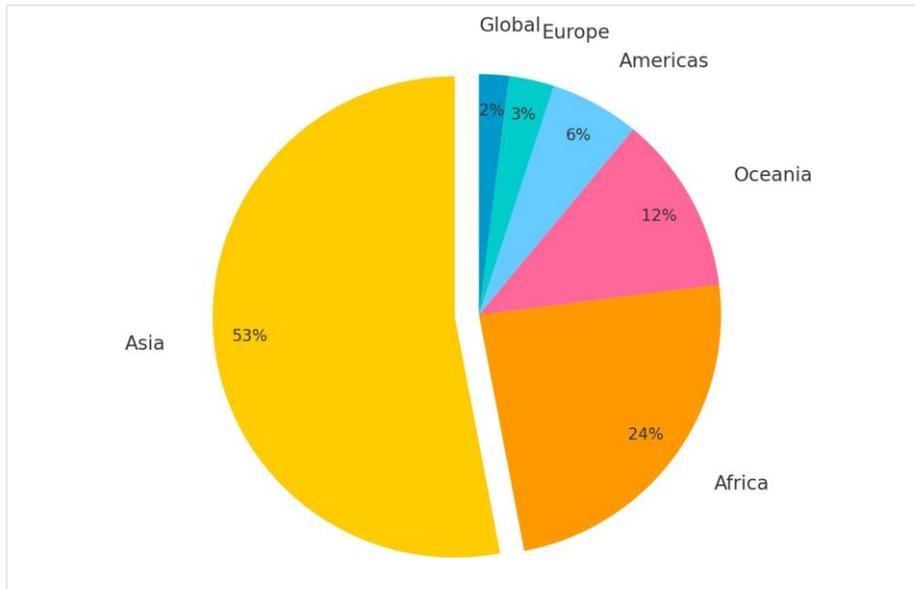


그림 10. 2019년부터 2024년까지 기후 서비스 투자의 지역별 분포

Source: Global Observatory for Early Warning System Investments

2019년-2024년 기간 동안 기후 서비스 역량 강화를 목표로 한 대부분의 기후 관련 기금은 아시아와 아프리카로 유입되었습니다. (그림 10) (Investment 섹션 참조).

증가했고, 전체적 역량으로 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 13개에서 14개로, 고급 수준의 경우 10개에서 12개로 증가했습니다.²⁸

또한 2020년의 데이터를 2024년 7월 (더 많은 회원이 데이터를 제공한 시점)의 데이터와 비교했을 때, 기본 수준에서 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 11개에서 7개로 감소했습니다. 필수 수준에서 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 수는 26개에서 28개로

부족의 사례 연구와 국가 프로파일은 일부 NMHS가 기후 조치를 위한 기후 서비스의 제공 및 사용에서 어떻게 발전했는지에 대한 주요 지원 요소와 사례를 강조합니다.

WMO의 아프리카 국가 기상 및 수문 서비스에 대한 디지털 전환 지원

디지털 전환은 향후 몇 년 동안 아프리카 지역적 우선 순위로 지정되었습니다. 2024년에 대륙 전역의 15개 기상청이 웹사이트와 디지털 커뮤니케이션 시스템을 업그레이드하여 서비스, 제품 및 경보의 도달 범위와 영향을 강화했습니다. 이러한 새로운 웹사이트는 경보 커뮤니케이션, 영향기반 예측, 제품 및 데이터 상호작용, 사용자 참여 및 전반적인 공공 서비스 제공을 개선하는 기능을 제공합니다.

또한 WMO의 지원은 이러한 NMHS가 WhatsApp, Facebook, X 및 YouTube와 같은 소셜 미디어 플랫폼과 이메일 마케팅 시스템을 활용하는 데 도움이 됩니다. 이러한 채널은 아프리카 인구와 중개기관에 효과적으로 도달하는 데 필수적입니다. 이미 지원을 받은 국가로는 토고, 베냉, 말리, 부르키나파소, 말라위, 수단, 남수단, 니제르, 세이셸, 부룬디 및 차드가 있습니다.

28 이 분석은 2020년에 응답하고 2024년에 데이터를 업데이트한 62개 국가의 데이터를 기반으로 합니다.

가치 사슬 구성 요소의 진전

지난 5년 동안 기후서비스 가치 사슬의 각 구성 요소에서 상당한 진전과 발전이 있었으며, 여기에는 거버넌스와 역량 개발의 공통적인 측면이 포함됩니다.

기본 시스템 및 관측: 격차는 여전히 존재

강력하고 정확하며 시기적절한 관측은 효과적이고 목적에 맞는 기후 서비스를 제공하기 위한 기후 서비스 가치 사슬의 첫번째 요구사항입니다.

2021년 세계기상총회에서는 획기적인 결정으로 모든 회원국이 국제적으로 생성하고 교환해야 하는 최소한의 기본 기상 및 기후 관측을 정의하는 글로벌 기본 관측 네트워크 (GBON)를 설립했습니다. 이 기본 관측 인프라는 기상, 기후 및 수문 서비스에 필수적인 글로벌 수치 기상 예측 (NWP) 및 재분석에 필요합니다. 세계기상총회는 또한 2021년에 WMO, 유엔개발계획 (UNDP), 유엔환경계획 (UNEP)이 공동으로 만든 새로운 유엔 기후 기금인 체계적 관측 자금 조달 시설 (SOFF)을 설립하여 주요 데이터 격차가 있는 국가가 GBON 준수를 달성하도록 지원하기로 결정했습니다. 시작단계로 SOFF는 최빈국 및 군소도서개발도상국에 지원을 집중하고 있습니다.

GBON 준수는 2023년 1월부터 모든 WMO 회원국에 의무적 요건이 되었지만, 2024년 1월 현재 표준 및 권장 고수평 해상도에서 GBON을 준수하는 회원국은 28개국에 불과합니다. 또 다른 상당수의 WMO 회원국은 보고하는 스테이션을 기반으로 GBON 표준 수평 해상도 요건을 충족 하지만 GBON을 완전히 준수하려면 보고 빈도를 늘려야 합니다. 그러나 여전히 상당한 격차가 남아 있으며, 특히 LDC, SIDS 및 중하위 소득 국가에서 두드러집니다. WMO GBON 글로벌 기준선에 따르면 SIDS 및 LDC에서 스테이션의 9%만이 주기적으로 데이터를 수집하고 GBON 표준에 따라 보고하고 있으며, 그 결과 스테이션의 91%가 설치 또는 수리되어야 합니다.²⁹

글로벌 기후 관측의 측면에서, 국제 수준에서 글로벌 기후 관측 시스템 (GCOS)³⁰이 제공하는 지침과 조정은 고품질의 글로벌 기후 데이터를 이용 가능하고 접근 가능하게 하여 적응을 포함한 기후 서비스에 대한 중요한 지원을 제공합니다.

현장 모니터링 네트워크의 상태는 지난 몇 년 동안 진화해 왔지만 항상 상당한 개선이 있었던 것은 아닙니다. 2001년 이후 GCOS 표면 네트워크 (GSN)의 스테이션 수 (그림 11 참조)는 987개에서 1,025개로 증가했습니다. 이는 4% 미만의 증가입니다. GCOS 상부 대기 네트워크 (GUAN)의 증가 (그림 12 참조)는 약간 더 높았으며, 150개에서 178개로 증가했습니다. 이는 거의 19%입니다. 그러나 GUAN의 평균 일일 측심은 지난 10년 동안 감소하여 네트워크 성능이 저하되었음을 보여줍니다. (그림 13 참조)

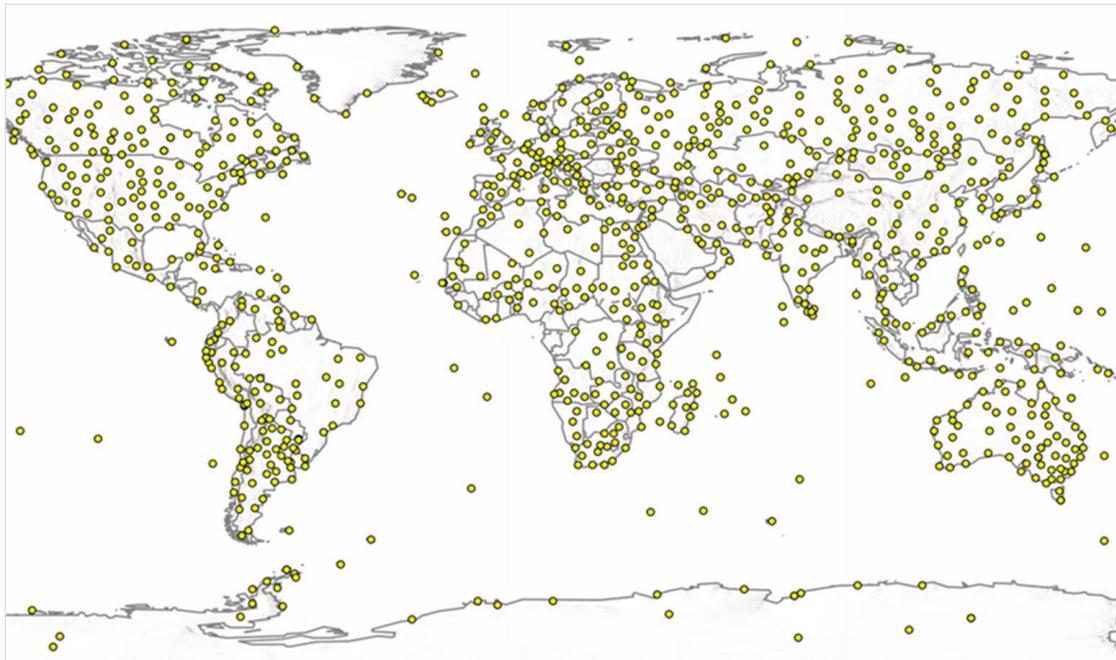


그림 11. 2023년 GCOS 표면망 (GSN) 스테이션 분포

29 Systematic Observations Financing Facility (SOFF). *INF 6.2: WMO GBON Baseline 2023*, SOFF: 2023. <https://www.un-soff.org/document/inf-6-2-wmo-gbon-baseline-2023/>.

30 GCOS는 WMO, 유네스코 국제해양학위원회 (IOC), UNEP, 국제과학위원회 (ISC)가 공동후원하는 국제기관입니다.

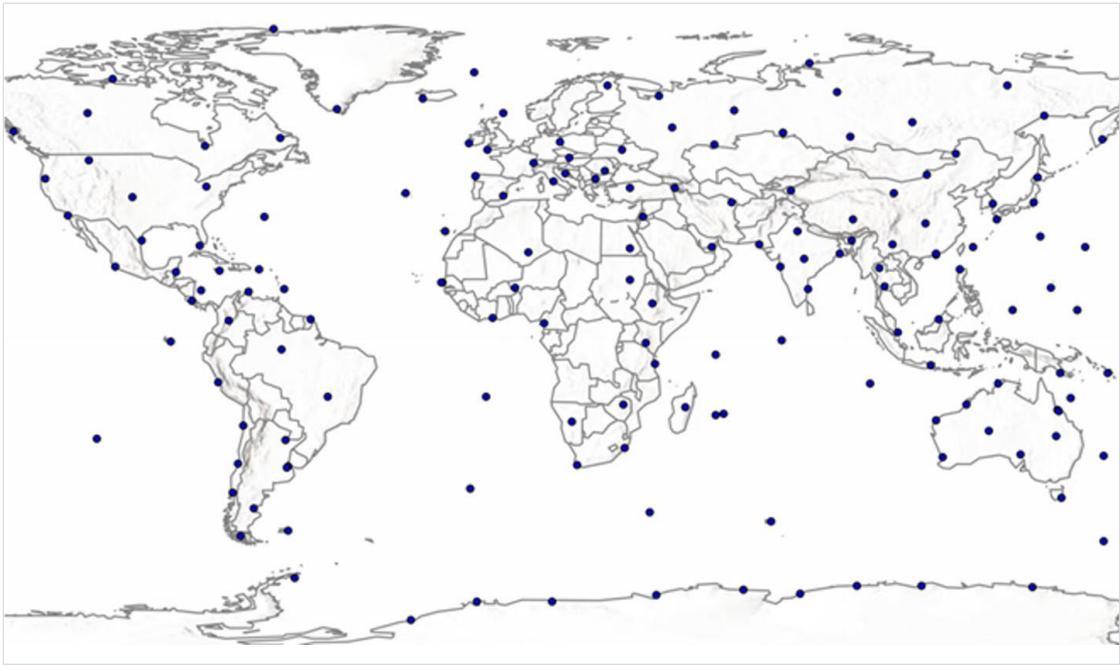


그림 12. 2023년 GCOS Upper-Air Network (GUAN) 스테이션 분포

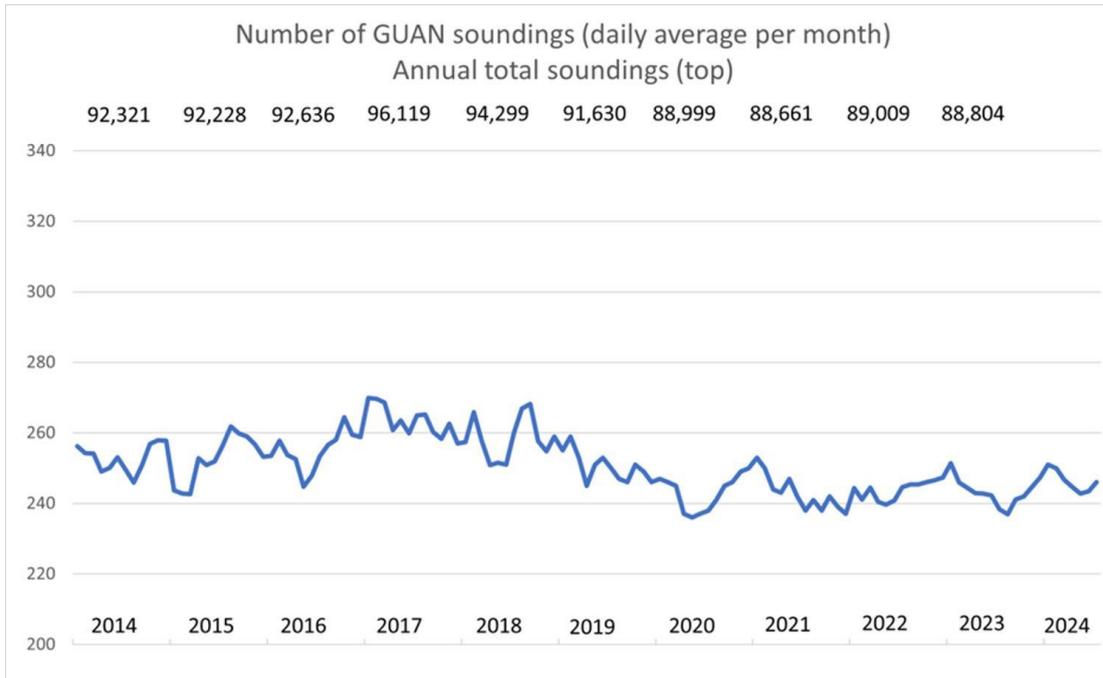


그림 13. 지난 10년간 GUAN 평균 일일 측정

GCOS는 55개의 필수 기후 변수 (ECV)를 식별했습니다. 이는 대기, 해양 및 육지의 중요한 측면을 설명하고 탄소, 물 및 에너지 순환을 가로지르는 변수로, 기후를 이해하고 변화를 모니터링하는 데 필요합니다. 비교를 위해 GBON은 ECV의 중요한 하위 집합인 10개의 변수를 정의하여 WMO 정보 시스템 2.0 (WIS 2.0)을 통해 실시간으로 교환해야 합니다. 이는 모든 WMO 도메인 및 학문 분야에서 21세기에 WMO 데이터를 공유하기 위한 프레임 워크입니다.

31

ECV³²에 대한 최신 GCOS 보고서는 기후 서비스를 포함하여 일부 경우 이미 지역적 규모의 응용 프로그램에 유용한 ECV에 대해 더 높은 관측 요구 사항을 정의했습니다. 이는 특히 지역적으로 사용할 수 있을 만큼 충분히 높은 해상도를 가진 일부 위성 관측 ECV에 해당합니다. 그럼에도 불구하고 해당 GCOS 현황 보고서에서 확인된 바와 같이 여러 위성 임무의 장기적 연속성이 위협에 처해 있습니다. 현장 기후 모니터링 네트워크의 상황은 종종 적절한 적용 범위와 현장 사이트의 대표성이 부족하며, 특히 글로벌 사우스에서 더욱 그렇습니다.

해양 관측에는 여전히 큰 격차가 존재하여 기후 시스템과 열과 탄소를 흡수하고 운반하는 해양의 역할에 대한 이해를 방해합니다. 지하 측정은 기후 시스템을 모니터링하고 예측하는데 중요합니다. **Agro 프로그램**은 해류와 함께 표류하고 표면과 중간 수위 사위를 위 아래로 움직이는 로봇 기기를 사용하여 정보를 수집하는 프로그램입니다. 생지화학적 변수를 포함하여 Argo 프로그램을 전체 수층과 해빙 아래로 확장하기로 한 결정은 이러한 과제를 해결하지만 아직 완료까지는 거리가 멉니다.

해양 관측 커뮤니티는 해양 관측 데이터를 글로벌 다목적 관측 시스템에 통합하는 작업을 진행 중이며, 관측 및 데이터와 메타데이터 표준에 대한 모범사례에 대한 합의가 이루어지고 있습니다. 이 노력은 글로벌 해양 관측 시스템 (GOOS)에서 조정합니다. GOOS 스테이션 (이동식, 고정식 및 선박 기반)의 수는 COVID-19 팬데믹의 영향을 크게 받았지만 현재는 회복되어 2020년의 8,000개에 비해 약 8,700개로 증가했습니다.

수문 네트워크와 데이터 센터가 중요한 역할을 하지만, 다음과 같은 몇 가지 과제가 여전히 남아 있습니다. 예를 들어:

- 데이터 커버리지 및 공간 대표성 (아프리카와 같은 일부 지역에서 큰 격차 존재);
- 데이터 공유 (여러 경우에서 관측 데이터는 존재하지만 사용자에게 제공되지 않음);
- 데이터 관리, 품질 관리, 시스템의 유지 관리 및 지속 가능성 (특히 원격지 및 접근이 어려운 지역에서)

또한 기후 서비스에서는 실시간 데이터가 자주 필요하지만, 전 세계적으로 수문 데이터를 거의 실시간으로 수집하고 처리하는 것은 큰 도전 과제입니다. 이러한 상황은 특히 빙권과 생물권에서 ECVs를 모니터링하는 것과 같이 조정과 연속성이 부족한 다른 지상 네트워크에서는 더욱 복잡합니다.

모든 분야에서 필요한 기후 관측 네트워크를 지속 가능하게 유지하고 업그레이드하며, 얻어진 관측 데이터를 정책 및 의사 결정에 활용할 수 있도록 하는 것은 효과적이고 견고한 기후 서비스, 특히 조기 경보 시스템 (EWSs)의 개발에 핵심적입니다. 그러나 이 정보를 지역 규모에서 효과적인 의사 결정을 위해 관련성 있게 만들기 위한 추가적인 노력이 필요합니다.

거버넌스: 기후 서비스에 대한 국가적 프레임워크는 국가 차원에서 중요한 역할을 하고 있습니다.

WMO 분석에 따르면, 기후 서비스의 국가적 조정에서 진전이 있음을 보여줍니다. 이는 NFCSDml 개발 및 구현과 기타 조정 활동을 통해 이루어졌습니다. 2024년에는 98개의 NMHS가 NFCs를 개발하거나 구현 중이라고 보고했으며, 이는 2019년에 36개의 NMHS가 이를 보고한 것에 비해 현저한 증가입니다.

NFCs는 각국이 기후 정보와 서비스의 개발, 제공 및 활용을 강화하기 위해 채택한 구조화된 접근 방식입니다. 이 프레임워크는 정부기관, 연구기관, 민간부문, 시민 사회 등 다양한 이해관계자 간의 조정과 협력을 개선하여, 각기 다른 분야와 지역 사회의 기후 관련 요구를 더 잘 충족시키는 것을 목표로 합니다.

NFCs는 기후 정보 제공자와 사용자 간의 협력과 파트너십을 촉진하는 포용적인 플랫폼으로 중요한 역할을 합니다. 이를 통해 기후 서비스가 의사 결정자의 특정 요구에 맞춰 설계될 수 있도록 합니다. 이러한 목표는 계절별 및 장기 기후 예측, 위험 평가, 역사적 기후 데이터 분석, 실시간 기후 모니터링 등 기후 서비스와 정보 활동의 원활한 통합을 통해 달성됩니다. 이러한 노력은 기후 커뮤니티 내에서 활발한 지식 교류를 촉진하고, 데이터를 활용하며 과학적 발전을 통해 특정 분야의 기후 정보 요구를 더 잘 충족시키는 데 기여합니다. NFCs는 기후 서비스의 개발, 제공 및 활용을 개선하기 위해 국가 기관 간의 협력을 조정하고 촉진하며 강화하는 메커니즘입니다. 이 프레임워크는 기후 서비스에 대한 다양한 사용자 요구를 해결하는 것을 목표로 하며, 이는 단일 조직만으로는 관리할 수 없는 과제입니다.³³

31 <https://community.wmo.int/en/activity-areas/wis/WIS2-overview>

32 Global Climate Observing System (GCOS). *The Global Climate Observing System 2021: The GCOS Status Report* (GCOS-240); World Meteorological Organization (WMO): Geneva, 2021.

33 For information on the Global Framework for Climate Services (GFCS), see <https://wmo.int/site/global-framework-climate-services-gfcs/what-are-climate-services>

NFCS를 구현하는 다양한 단계³⁴에 참여하고 있다고 보고한 98개 회원국 중 10개는 이미 NFCS를 수립했고 28개는 프레임워크를 수립하는 계획단계에 있습니다. 이러한 광범위한 구현은 기후 관련 위험, 기후 변화로 인한 증가하는 영향을 포함하여 복잡한 과제를 해결하는데 있어 조정된 기후 서비스의 중요성에 대한 인식이 커지고 있음을 강조합니다. 또한 사용 가능한 데이터에 따르면, 72개 회원국이 다른 조정 메커니즘³⁵을 통해 국가 차원에서 기후 서비스를 조정하고 있으며, 2019년에는 60개였습니다. 현재 32개 최빈개발도상국, 25개 군소도서국, 45개 중소득 및

고소득 국가가 다양한 단계에서 NFCS를 개발하거나 구현하고 있습니다. (그림 14).

NFCS는 지난 5년 동안 상당한 성장과 영향력을 보였습니다. 특히 NFCS (6단계)를 완벽하게 기능하는 회원의 수는 2019년 4개에서 2024년 10개로 두배 이상 증가했습니다.³⁶ 대부분 지역은 회원 간의 NFCS에 대한 공유 학습과 지원을 개선하기 위해 어느 정도 협력하고 있습니다.

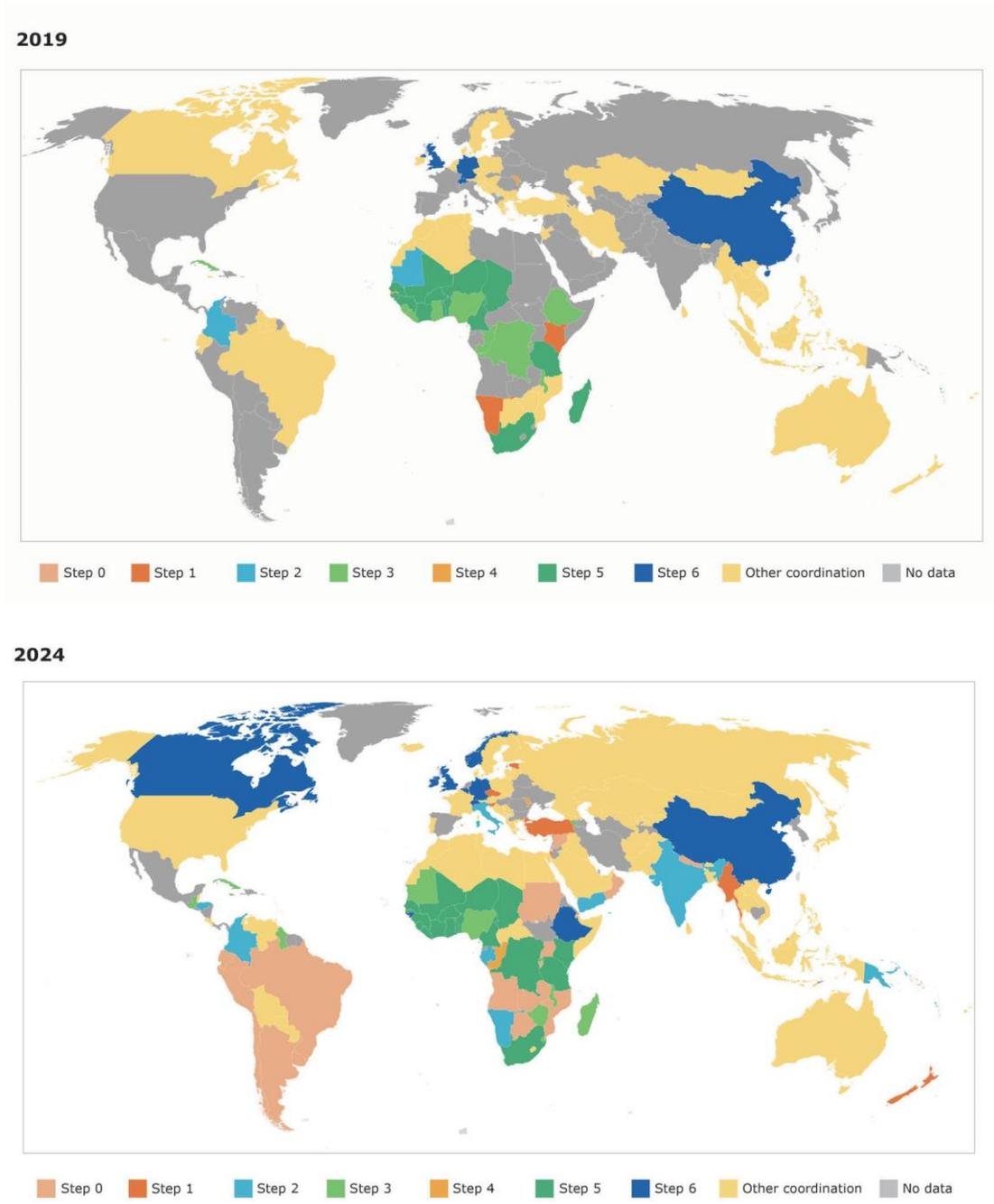


그림 14. 2019년 (위) 및 2024년 (아래) 다른 기후 서비스 조정 노력을 포함한 NFCS 구현 현황

34 *Step-by-step Guidelines for Establishing a National Framework for Climate Services* (WMO-No. 1206)

35 Checklist for Climate Services Implementation responses, 2024

36 <https://wmo.int/sites/default/files/2023-06/NFCS-Factsheet.pdf>

기후 서비스의 제공 및 적용: 기후 서비스 정보시스템 인프라 및 기후 서비스 제공의 진전

NMHS가 기후서비스를 위한 최신 기후정보와 예측 정보를 현업으로 생성하고 제공할 수 있도록 지원하기 위해 WMO는 글로벌 장기예측센터(GPCs-LRF)를 지정하여 지역 기후 센터(RCCs)를 지원하는 다양한 글로벌 장기 예측 정보를 제공하고, 지역 중심의 고해상도 기후 데이터와 정보를 생산하고 제공합니다. GPCs-LRF는 또한 국가 수준에서 NMHS가 생산한 개선된 기후 서비스를 지원하기 위한 교육 및 역량 개발 서비스를 제공합니다.³⁷

장기예측을 위한 글로벌 생산 센터

WMO는 NMHS의 시기적절한 기후 정보와 장기 예보를 제공하는 현업 역량을 강화하기 위해 전문 센터 네트워크를 구축했습니다. 2024년 4월 현재 지정된 GPCs-LRF의 수는 2019년 13개에서 15개로 증가했습니다. 이러한 센터는 기후 변동성 전략과 기후 관련 위험 관리에 필수적인 다양한 예보를 제공하는데 중요한 역할을 합니다.

WMO 지역 기후 센터

WMO는 장기예보, 기후 모니터링 및 지역 및 국가 기후 활동을 모두 지원하는 기후 데이터 서비스를 포함한 지역 지향적 기후 정보를 생산하는 RCC 및 RCC 네트워크를 구축하여 국가 사용자에게 기후 서비스를 제공하는 NMHS의 역량을 강화했습니다. 현재 13개의 RCC/RCC 네트워크가 WMO RCC로 완전히 지정되었습니다. (그림 15) 또한 현재 시범 단계에 있는 RCC/RCC 네트워크가 5개, 제안되거나 진행 중인 RCC/RCC 네트워크가 8개 있습니다. 이렇게 성장하는 인프라는 전세계 기후 서비스를 개선하고 기후 변동성과 변화에 대한 보다 나은 대비 및 대응을 용이하게 하며, 조기 경보(EW4All) 이니셔티브에 중요한 기여를 하려는 WMO의 노력을 보여줍니다.

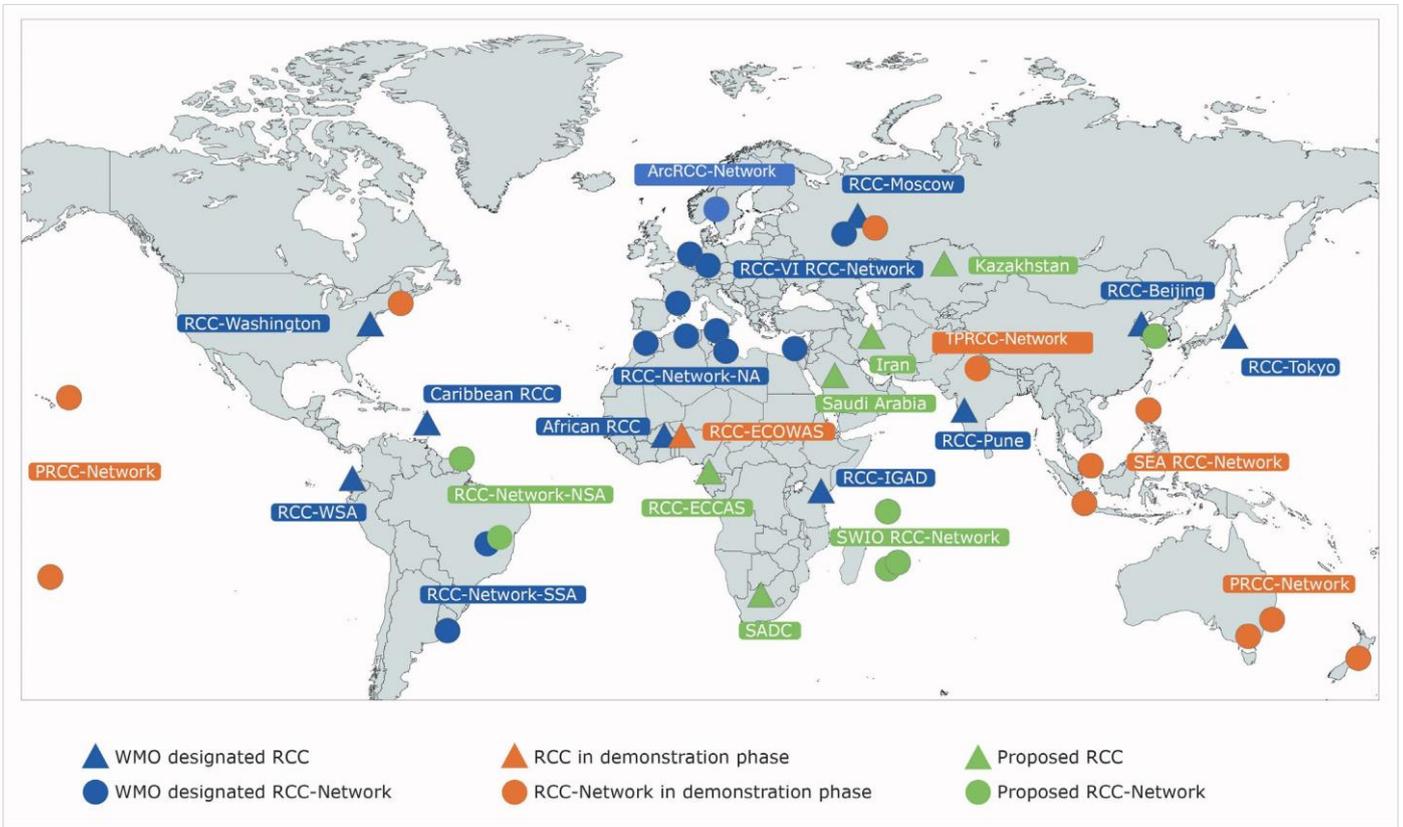


그림 15. 2024년 4월 현재 전세계 WMO 지역 기후 센터 현황

37 이들 글로벌 및 지역 중심지 중 일부는 이미 WMO 통합 처리 및 예측 시스템(WIPPS)의 일환으로 운영되고 있습니다. 또한 WMO 기술 규정의 일환으로 기후 서비스 정보 시스템(CSIS)의 다른 핵심 기능들을 WIPPS에 통합하자는 제안이 있으며, 이는 진정성과 기술적 표준을 보장하기 위한 또 다른 관리 체계를 제공합니다.

지역 기후 포럼

지역 기후 포럼 (RCF) (지역 기후 전망 포럼 (RCOF) 포함)은 국가, 지역 및 국제 기후 전문가와 기후학적으로 동질적인 지역을 공유하는 국가의 이해관계자 간 협업을 용이하게 하는 지역 사용자 인터페이스 플랫폼 역할을 합니다. RCF는 NMHS, 지역 기관, WMO RCC, GPC-LRF 및 기타 기후 예측 센터의 정보를 활용하여 권위 있는 기후 정보를 제공하도록 설계되었습니다. 2018년까지 전세계적으로 총 21개의 RCF가 운영되었습니다. 그 이후로 Third Pole Climate Forum (TPCF)이라는 추가 RCF가 설립되었습니다. (그림 16).

RCF는 지역 기후 영향에 대한 공유된 이해와 사전 관리를 촉진하는데 중요한 역할을 하며, 전세계적으로 기후 회복력을 강화하려는 WMO의 의지를 보여줍니다. 이러한 포럼은 국가, 지역 및 다양한 이해관계자 간의 네트워킹 및 정보 교환을 위한 중요한 플랫폼으로 널리 알려져 있습니다. 예를 들어 Greater Horn of Africa Climate Outlook Forum (GHACOF)은 지역에 상당히 긍정적 영향을 미쳤습니다. 대표적인 사례는 2009년 GHACOF의 예측에 따라 Kenya Red Cross가 케냐 전역의 농부들에게 추가 씨앗을 배포한 것입니다. 이 이니셔티브는 대풍작에 기여했고, 곡물 비축량이 크게 증가했습니다.

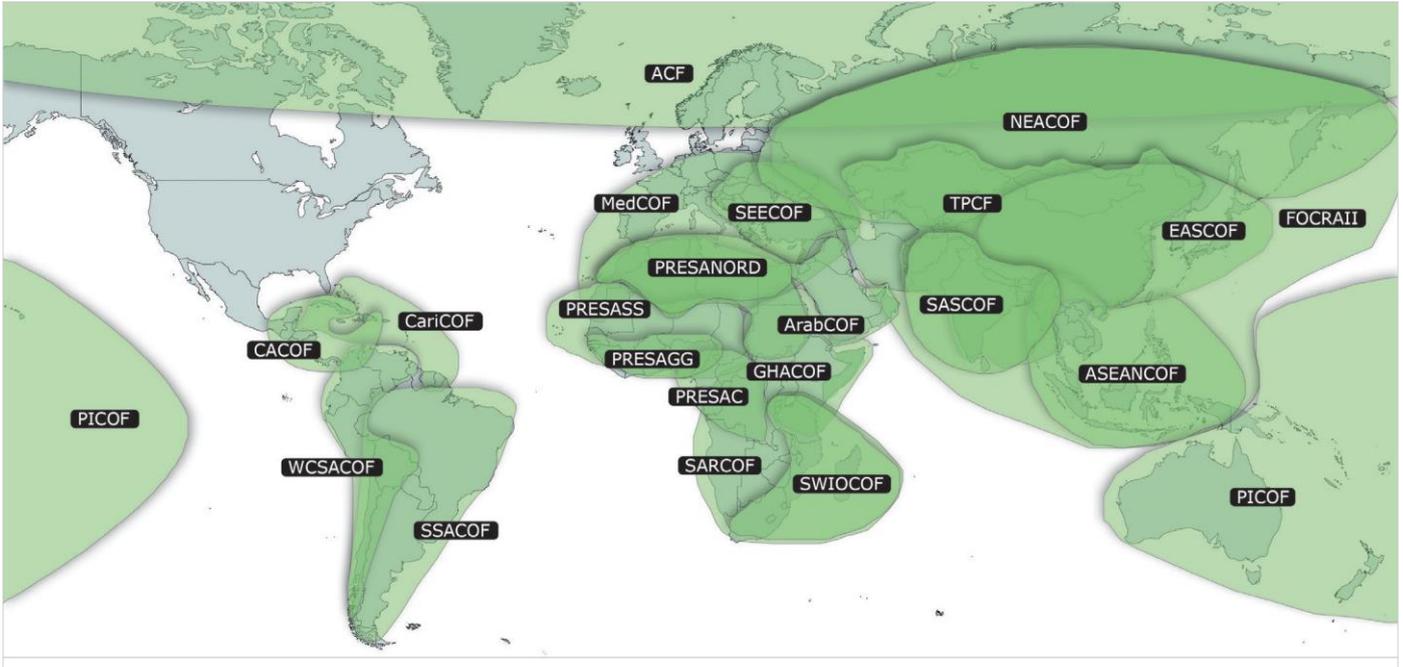


그림 16. 2024년 4월 기준 지역 기후 전망 포럼 현황

- Key:
- ACF = Arctic Climate Forum
 - ArabCOF = Arab Climate Outlook Forum
 - ASEANCOF = Association of Southeast Asian Nations Climate Outlook Forum
 - CACOF = Central American Climate Outlook Forum
 - CariCOF = Caribbean Climate Outlook Forum
 - EASCOF = East Asia Winter Climate Outlook Forum
 - FOCRAII = Forum on Regional Climate Monitoring, Assessment and Prediction for Regional Association II
 - MedCOF = Mediterranean Climate Outlook Forum
 - NEACOF = North Eurasian Climate Outlook Forum
 - PICOF = Pacific Islands Climate Outlook Forum
 - PRESAC = RCOF for Central Africa
 - PRESAGG = RCOF for the Gulf of Guinea Countries
 - PRESANORD = RCOF for Northern Africa
 - PRESASS = RCOF for Sudano-Sahelian Africa
 - SARCOF = Southern African Regional Climate Outlook Forum
 - SASCOF = South Asian Climate Outlook Forum
 - SEECOF = South-eastern Europe Climate Outlook Forum
 - SSACOF = Southeast of South America Climate Outlook Forum
 - SWIOCOF = Southwest Indian Ocean Countries Climate Outlook Forum
 - WCSACOF = Western Coast of South America Climate Outlook Forum

38 Graham, R.; Colman, A.; Vellinga, M. et al. Use of Dynamical Seasonal Forecasts in the Consensus Outlooks of African Regional Climate Outlook Forums (RCOFs). *Seminar on Seasonal Prediction: Science and Applications*, Reading, 3-7 September 2012; European Centre for Medium-Range Weather Forecasts, 2013. <https://www.ecmwf.int/en/elibrary/74638-use-dynamical-seasonal-forecasts-consensus-outlooks-african-regional-climate>.

국가 기후 포럼

국가 기후 포럼 (NCF)은 국가적 차원에서 기후 정보 서비스 사용을 강화하도록 설계되었습니다. 이러한 서비스는 과거 추세, 실시간 업데이트, 다양한 시간 척도의 기후 예측을 포함한 광범위한 기후 관련 데이터와 기후에 민감한 부문에 미치는 잠재적 영향에 대한 분석이 포함됩니다. 이러한 서비스가 제공될 뿐만 아니라 효과적으로 활용되도록 하기 위해 NCF는 이 정보를 해석하고 의사 결정 프로세스에 정보를 통합하는 데 도움을 제공합니다. 이는 다가올 계절예측에 대한 공동 검토, 각 부문에 대한 계획 및 특정 자문의 공동 개발, 사용자 부문

과의 상호 피드백을 장려하는 참여적 접근 방식을 통해 달성되며, 이를 통해 제공되는 정보의 품질과 관련성을 지속적으로 개선합니다. NCF는 특히 NMHS에서 생성된 기후 정보와 이해관계자의 요구 사항 간 격차를 메우는 것을 목표로 합니다.

현재 잘 균형 잡힌 지리적 분포에 걸쳐 많은 국가 (그림 17)³⁹가 이러한 포럼을 조직하여 전세계적인 중요성과 접근성을 강조하고 있습니다.



그림 17. 2024년 4월 기준 국가 기후 포럼 현황⁴⁰

사용자 인터페이스 플랫폼을 통한 사용자 참여

기후 서비스는 모든 부문에서 사용자 참여가 상당히 증가하고 있습니다. WMO 분석에 따르면 국가 정부, 농업 및 비상계획 대응에 제공되는 서비스가 가장 수요가 높습니다. 분석결과 2000년 이후

모든 부문에 기후 서비스를 제공하는 NMHS가 증가했으며, 아마도 두 가지 주목할 만한 증가는 상업 및 관광 부문일 것입니다. (그림 18) 이러한 추세는 기후정보가 비즈니스 연속성, 위험 관리 및 전략적 계획에 미치는 가치에 대한 인식이 높아지고 있음을 보여줍니다.

39 그림 17에 표시된 국가 목록은 완전한 목록이 아니라 WMO가 데이터를 보유하고 있는 국가들을 나타냅니다.

40 지도에 있는 NCF (국가 기후 포럼)와 국가 기후전략포럼 (NCOF) 관련 정보는 보고서 파트너들에 의해 보완되었습니다.

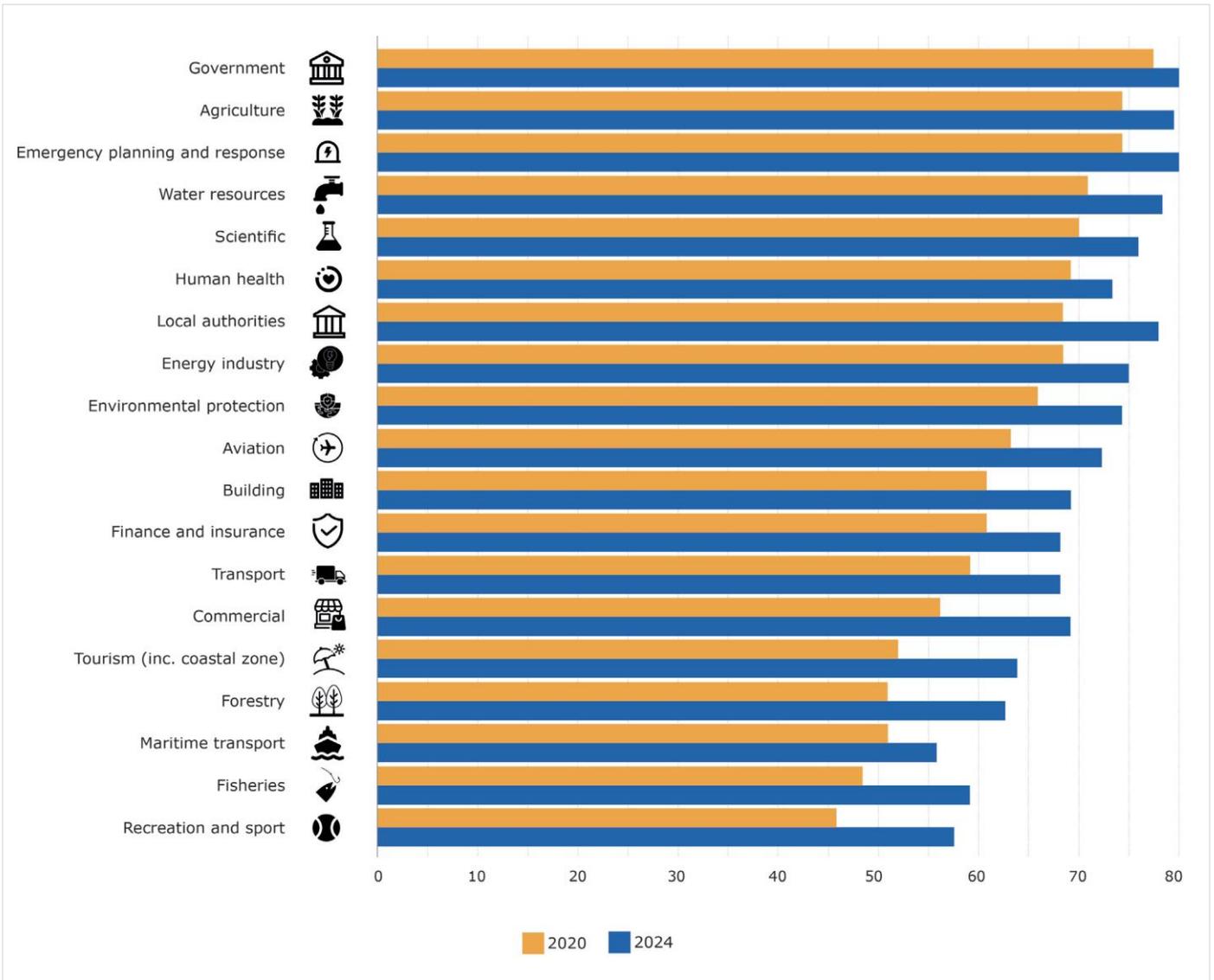


그림 18. 부문별 기후 서비스를 제공하는 NMHS 수

이러한 성장은 기후 데이터와 예측을 통해 주요 경제 엔진을 지원하는 방향으로 나아가는 것을 보여줍니다. (그림 19 참조). 예를 들어, 기후 서비스는 기업이 정보에 입각한 결정을 내리고 운영을 최적화할 수 있도록 지원합니다. 이러한 서비스는 다음을 위한 귀중한 도구를 제공합니다:

- 공급망 최적화: 기업은 기후예측을 사용하여 공급망을 전략적으로 관리하고 극심한 기상 현상으로 인한 중단을 최소화할 수 있습니다;⁴¹

- 사전 재해 대비: 기후정보에서 파생된 조기 경보 및 대비 계획은 재해 발생 시 피해를 크게 줄이고 사업 연속성을 보장할 수 있습니다;⁴²
- 기후데이터를 활용하여 기업이 기후 관련 위험을 더 잘 이해하고 관리하여 보다 회복력 있고 지속 가능한 운영을 보장할 수 있습니다.

41 Pankratz, N. M. C.; Schiller, C. M. Climate Change and Adaptation in Global Supply-chain Networks. *The Review of Financial Studies* 2024, 37(6), 1729-1777. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhad093>.

42 <https://www.unep.org/topics/climate-action/climate-transparency/climate-information-and-early-warning-systems>

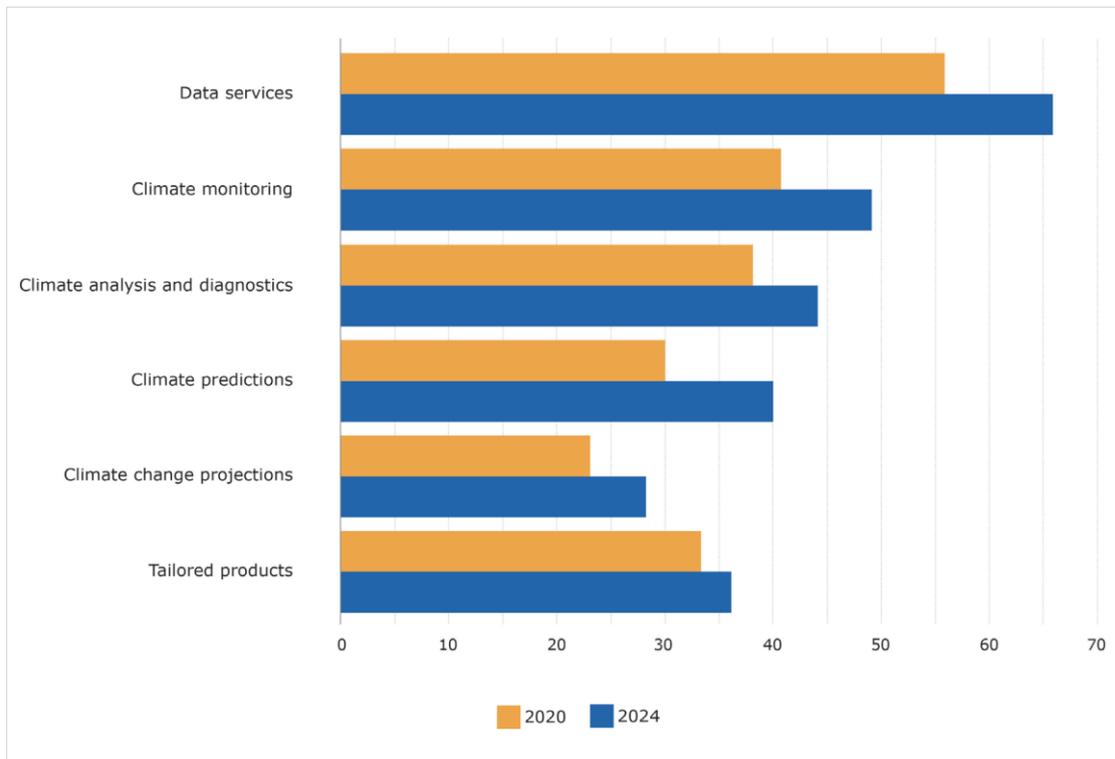


그림 19. 2020년과 2024년에 전세계 상업 부문에 기후 서비스를 제공하는 회원 수 (서비스 범주별)

반면, 관광 부문은 기후 서비스를 사용하여 의사 결정을 보다 잘 알리는데 도움이 될 수 있습니다. 기후 정보를 통합함으로써 관광 사업체는 관광객의 안전을 보다 잘 관리할 수 있습니다. 예를 들어,

과거 기후 정보는 새로운 리조트의 위치와 건설 일정을 결정하는 데 사용할 수 있습니다.⁴³ 2024년에는 62개의 NMHS가 관광 부문에 데이터 서비스를 제공했고, 2020년에는 48개였습니다. (그림 20)

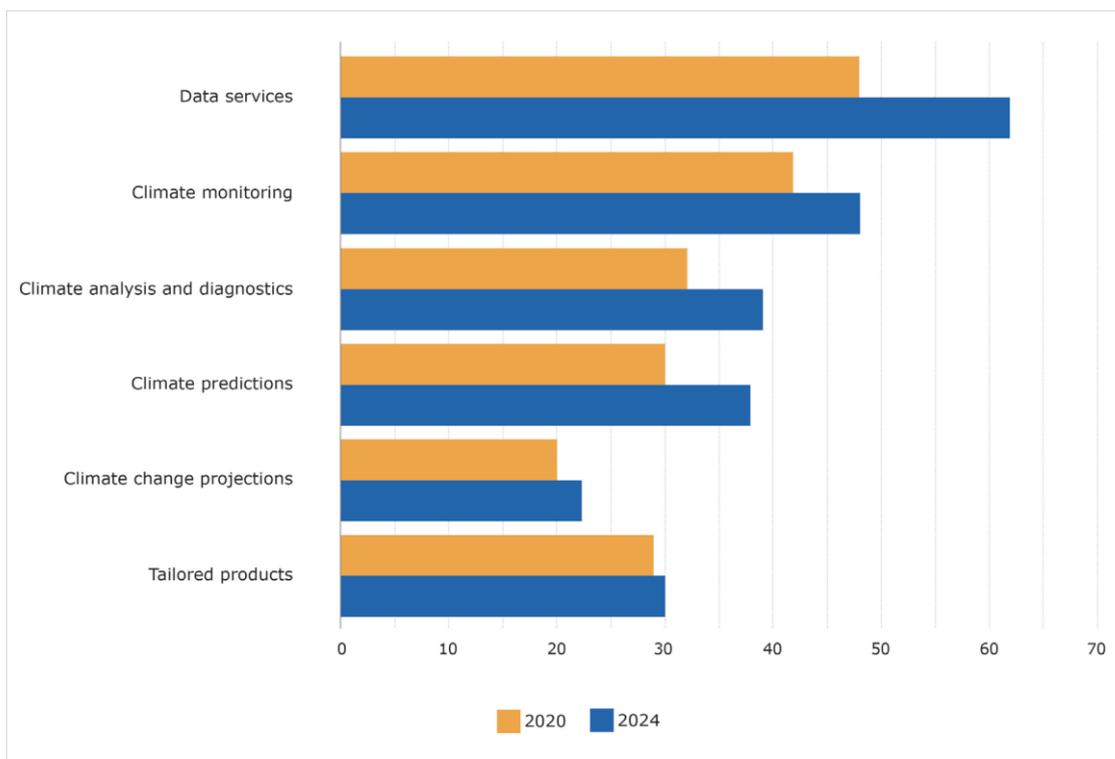


그림 20. 2020년과 2024년에 전세계적으로 관광 부문에 기후 서비스를 제공한 회원 수 (서비스 범주별)

43 Scott1, D. J.; Lemieux, C. J.; Malone, L. Climate Services to Support Sustainable Tourism and Adaptation to Climate Change. *Climate Research* 2011, 47, 111-122. <https://doi.org/10.3354/cr00952>.

기후가 계속 변화함에 따라 기후 서비스는 기업과 관광 사업자가 적용하고 번창하는 데 점점 더 중요해질 것입니다. 기후 데이터를 의사 결정 프로세스에 통합함으로써 이러한 부문은 보다 회복력 있고 지속가능한 미래를 구축하는 데 기여할 수 있습니다.

역량 개발: 지역 협력은 기후 서비스의 성공적인 개발, 전달 및 활용을 위한 핵심 요소입니다.

WMO는 NMHS의 인적, 기술적, 제도적 역량을 포괄하는 역량 개발 지원을 통해 특히 개발도상국, 최빈국 및 군소도서국에서 NMHS의 역량 강화에 중요한 역할을 합니다.⁴⁴ 이 지원은 전세계적으로 강력한 기상, 기후 및 수문 서비스를 위한 초석 역할을 합니다.

특히 26개의 지정된 WMO RTC는 NMHS 인력에게 기상, 수문 및 기후 서비스를 개발하고 사용하는데 필요한 기술과 지식을 교육하고 제공하는 허브 역할을 합니다. 또한 가용 데이터에 따르면, 2024년에는 143개의 WMO 회원⁴⁵이 RTC의 혜택을 받고 있으며, 2019년에는 65개에 불과하여 120% 증가했습니다. 2019년과 2022년 사이에 이러한 교육 프로그램에 대한 요청이 453건 접수되었고, 139명의 지원자가 교육을 이수했습니다.⁴⁶

중요한 변화가 일어나고 있습니다. NMHS는 다학제 현업 훈련을 위해 이웃 국가와 협력하고 있습니다. 이러한 추세는 매우 고무적입니다. 2019년 52개 회원만이 기본 교육 및 학제 간 현업 훈련을 위해 이웃 국가 또는 다른 NMHS와 협력한다고 보고했습니다. 2024년까지 이 숫자는 69개⁴⁷ 회원으로 30% 증가했습니다.

이러한 지역적 협력의 증가는 몇 가지 주요 이점을 가져다줍니다. 국경을 넘어선 훈련은 모범사례와 혁신적 기술의 교환을 촉진하여 참여 국가의 집단적 전문성을 풍부하게 합니다. 협력은 국경을 넘나드는 기상, 기후 및 수문 데이터의 일관성을 개선합니다. 이는 정확한 지역 기상 예보 및 기후 모니터링에 필수적입니다.

지역적 코디네이션은 기후 서비스를 보다 효과적으로 구현하는데 필수적입니다. 기후의 영향은 종종 국가 경계를 넘나들며 이를 해결하려면 협력적 접근 방식이 필요하기 때문입니다. 지역 협력을 촉진함으로써 국가는 자원, 지식 및 기술을 공유하여 보다 포괄적이고 효율적인 기후 서비스 구현으로 이어질 수 있습니다.

지역적 코디네이션의 주요 이점 중 하나는 데이터와 전문 지식의 집합적 공유입니다. 기후 서비스는 정확하고 광범위한 데이터 수집에 의존하며, 이는 지역 데이터 공유 협정을 통해 향상될 수 있습니다. 이러한 공동 접근 방식은 모든 참여 국가가 최상의 이용 가능한 정보에 접근할 수 있도록 보장하여 기후 모델링 및 예측을 개선할 수 있습니다.

지역적 코디네이션은 또한 정책과 전략의 조화를 가능하게 합니다. 국가들은 노력을 서로 연계하면서, 중복된 노력을 피하고 적응 및 완화계획에서 시너지를 창출할 수 있습니다. 이는 특히 강 유역관리, 해수면 상승, 가뭄 및 극심한 기상 현상과 같은 국경을 넘는 기후 문제를 해결하는데 중요합니다. 이러한 문제는 효과적이고 조정된 대응이 필요합니다.

지난 5년 동안 지역간 코디네이션이 향상되었습니다:

- 143개 WMO 회원이 WMO RTC가 제공하는 역량 개발의 혜택을 보고했습니다. 2019년 65개에서 증가했습니다;
- 140개 회원이 이웃 NMHS의 역량 개발의 혜택을 보고했습니다. 2019년 60개에서 증가했습니다;
- 현재 23개 RCOF가 있습니다. 2019년보다 2개가 더 많습니다;
- 현재 완전히 지정된 RCC는 13개입니다. 2019년에는 12개였습니다.

이 보고서를 위해 다양한 NMHS의 대표사와 실시한 광범위한 인터뷰와 113개 사례 연구 중 32개에서 얻은 통찰력을 통해 지역 협력과 코디네이션이 NMHS의 최우선 과제로 떠올랐다는 것을 알 수 있었습니다.

연구, 모델링 및 예측

WMO, 국제 과학 위원회 (ISC), UNESCO의 정부간 해양학 위원회가 공동 후원하는 World Climate Research Programme (WCRP, 세계 기후 연구 프로그램)은 사회적 웰빙에 기여하는 기후 지식을 개발, 공유 및 적용하기 위해 국제 기후 연구를 조정하고 촉진합니다.

WCRP의 여러 활동은 기후 서비스를 뒷받침하는 과학에 초점을 맞추지만 준비 수준은 다릅니다. CMIP (Coupled Model Intercomparison Project)은 평가 보고서의 시나리오 실행과 같이 기후 변화에 관한 정부간 패널 (IPCC)의 많은 작업을 뒷받침합니다. WCRP의 단기 기후예측에 대한 도전은 WMO의 연간에서 10년단위 전망으로 이어졌습니다. WCRP의 지구 시스템 변화 설명 및 예측에 대한 Lighthouse 활동과 같은 여타 활동은 10년 단위 전망을 개선하고 GCOS 및 기타 활동에 현업 운영 및 예측을 위한 관측 요구 사항에 대해 조언을 제공하는 데 중점을 두고 있습니다.

44 <https://wmo.int/activities/type-of-activity/develop-capacities-and-competencies>

45 Checklist for Climate Services Implementation data, May 2024

46 WMO Education and Training programme dashboard: <https://app.powerbi.com/view?r=eyJrJm9jZj0jZjcxZDUtZTczNi00ZGMxLWl2NDMtZWYzNTFjY2U5OWw-RhliwidCI6ImVhYTZlZTU0LTQ2ODctNDJjNC05ODI3LWwMwNDRiZDhlOGQzYyYlsmMi0j19>

47 이 데이터는 2019년에 응답하고 2024년에 업데이트 된 83개 NMHS의 데이터를 바탕으로 합니다.

기타 개발 내용은 다음과 같습니다:

- 대규모 양상불 단일 강제 모델 비교 프로젝트 (MIP) 시뮬레이션⁴⁸을 제공하는데 있어 최근 주요 진전이 이루어졌으며, 이는 모델 오류를 고려하고 모델 간 차이점을 활용하는 귀속 접근 방식을 제안하여 실제상황을 진단하고 단기 기후 변화를 이해하는 능력을 크게 개선해야 할 필요성을 강조합니다.
- WCRP의 조정된 지역적 다운스케일링 실험 (CORDEX)⁴⁹에서 모든 131개 기여 모델 구성에 대한 CMIP6 데이터 라이선스가 크리에이티브 커먼즈 저작자 표시인 CC BY 4.0으로 완화되었습니다. 이를 통해 CMIP 아카이브를 보다 광범위하게 사용할 수 있어 연구, 산업 및 정책 커뮤니티에서 기후 데이터 사용을 확대할 수 있습니다.
- 글로벌 에너지 및 물 교환 (GEWEX)⁵⁰ 프로그램에 참여하는 과학자들은 WMO 수문학 (WMO 서비스 부서의 일부)과 직접 협력하여 GEWEX 활동에서 수문학 관련 기후서비스로 새로운 과학을 지속적으로 전환하고 있습니다. GEWEX는 과학과 서비스 (역량 개발 포함)를 결합한 다양한 지역의 지역 수문 기후 프로젝트를 조직합니다. 예를 들어 남미에서는 안데스 지역을 위한 수문 기후 프로젝트(ANDEX)⁵¹를 통해 이를 진행하고 있습니다.
- 강수 예측의 진전이 더디게 이루어짐에 따라, 기후, 물, 기상 서비스에 다양한 부정적인 영향을 미치고 있습니다. 이는 WCRP의 Lighthouse 활동인 Global Precipitation Experiment (GPEx) 개발의 동기가 되며, GPEx는 강수 측정, 이해, 모델링 및 역량 개발에 중점을 둘 예정입니다.⁵²
- WCRP의 Regional Information for Society (RifS) 핵심 프로젝트는 최근 Global Extremes Platform을 설립하였으며, 이는 전세계의 극단적인 날씨와 기후 데이터를 분석하고 제공하여 전세계 커뮤니티에 서비스를 제공하는 것을 목표로 합니다. RifS는 Green Climate Fund (GCF) 등과 함께 2024년 4월 브뤼셀에서 기후 서비스의 기초가 되는 과학을 주제로 워크숍을 개최했습니다. 이번 워크숍의 결과물이 기후 서비스 개선에 기여할 것으로 기대됩니다.⁵⁴
- 더 나아가, My Climate Risk Lighthouse 활동은 기후예측의 불확실성을 나타내기 위해 이야기 형태 (storyline)를 활용하는 방법을 촉진하는데 적극적으로 참여하고 있습니다.⁵⁵

기후서비스의 사회경제적 혜택에 대한 모니터링 및 평가

기후 서비스에 대한 투자의 사회경제적 이점을 일관되게 문서화하는데 특별한 주의를 기울여야 한다는 점이 점점 더 명확해지고 있습니다. 이는 NMHS가 사회와 지속가능한 발전에 대한 추가 가치를 입증할 수 있도록 하기 위함입니다. MNHS가 국가 경제에서 수행하는 역할에 대한 인식은 널리 퍼져 있지만, 사회경제적 결과를 추적하고 보고하는 작업은 모든 지역에서 일관되지 않고 미흡한 상황입니다. 지난 10년 동안 20% 미만의 NMHS만이 자국의 기상, 기후 및 수문 서비스를 대상으로 사회경제적 이점 (SEB) 평가를 실시했다고 보고했으며 (그림 21), 특히 아프리카와 남미에서 큰 격차가 나타났습니다.⁵⁶

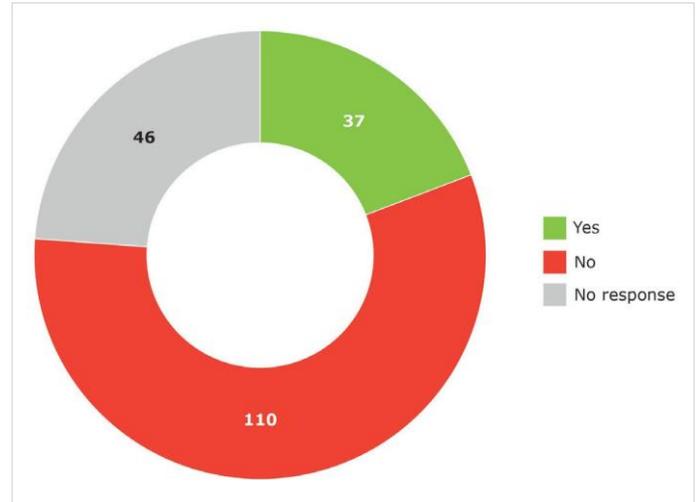


그림 21. 사회경제적 혜택 평가 현황. 2022년 8월 현재 지난 10년간 SEB 평가를 실시했다고 보고한 전세계 NMHS.

최근 WMO의 모니터링 프레임워크에 보고된 여러 SEB 연구는 기상, 기후 및 수문 서비스에 대한 투자가 매우 건전한 경제적 의미를 가질 수 있다는 증거를 확대합니다.⁵⁷ 기존 국가 모니터링 시스템 (예: 식량안보 및 농업 감시 시스템)과 일치시키고 직접적인 영향을 받는 사회 및 생계 그룹과의 지속적인 피드백 및 대화를 가능하게 하면 NMHS가 서비스의 실질적인 이점을 입증할 수 있는 중요한 기회가 제공됩니다.⁵⁸

48 Smith, D. M.; Gillett, N. P.; Simpson, I. R. et al. Attribution of Multi-annual to Decadal Changes in the Climate System: The Large Ensemble Single Forcing Model Intercomparison Project (LESFMI). *Frontiers in Climate* 2022, 4. <https://doi.org/10.3389/fclim.2022.955414>.

49 <https://cordex.org>

50 <https://www.gewex.org>

51 <https://unfccc.int/sites/default/files/resource/EID%20Poster%20T1%20Andex.pdf>

52 <https://www.wcrp-climate.org/gpex-overview>

53 <https://www.wcrp-climate.org/rifs-overview>

54 https://www.wcrp-rifs.org/robustness_workshop

55 Mindlin, J.; Vera, C. S.; Shepherd, T. G. et al. Assessment of Plausible Changes in Climatic Impact-drivers Relevant for the Viticulture Sector: A Storyline Approach with a Climate Service Perspective. *Climate Services* 2024, 34. <https://doi.org/10.1016/j.ciser.2024.100480>.

56 WMO Data Collection Campaign 2021, Part 05: August 2022, update, 2022

57 *Valuing Weather and Climate: Economic Assessment of Meteorological and Hydrological Services* (WMO-No. 1153)

58 Visman, E.; Vincent, K.; Steynor, A. et al. Defining Metrics for Monitoring and Evaluating the Impact of Co-production in Climate Services. *Climate Services* 2022, 26. <https://doi.org/10.1016/j.ciser.2022.100297>.

2024년 기후서비스의 글로벌 현황

179개의 WMO 회원국에서 제공된 데이터에 따르면, 지난 1년동안 기후 서비스 역량이 개선되었습니다. 그러나 2024년에는 대부분의 회원국 (33%)이 여전히 기본적인 수준에서만 기후 서비스를 제공하고 있었으며, 단 14%의 회원국만이 맞춤형 기후 서비스 제품의 공동 설계 및 공동 개발이 이루어지는 고급 수준에서 기후 서비스를 제공하고 있었습니다. 이는 진전이 있었지만, 회원국들의 전체 기후 서비스 역량을 향상시키기 위해 여전히 상당한 노력이 필요함을 나타냅니다. NMHS의 기후 서비스 역량에는 눈에 띄는 개선이 있었지만, 여전히 상당수 (25%)는 기본 이하 또는 기본 수준에서 운영되고 있습니다. (그림 22) 보다 광범위하고 효과적인 기후 회복력을 달성하기 위해서는 모든 회원국의 역량을 강화하여 포괄적이고 맞춤형 된 기후 서비스를 제공할 수 있도록 지속적인 노력이 필요합니다.

진전이 있었음에도 불구하고, 아프리카는 기본 이하 수준에 있는 회원국 비율이 가장 높은 지역 (15%)이며, 북미와 카리브해 지역은 기본 수준에 있는 회원국이 많습니다. (27%) (그림 23)

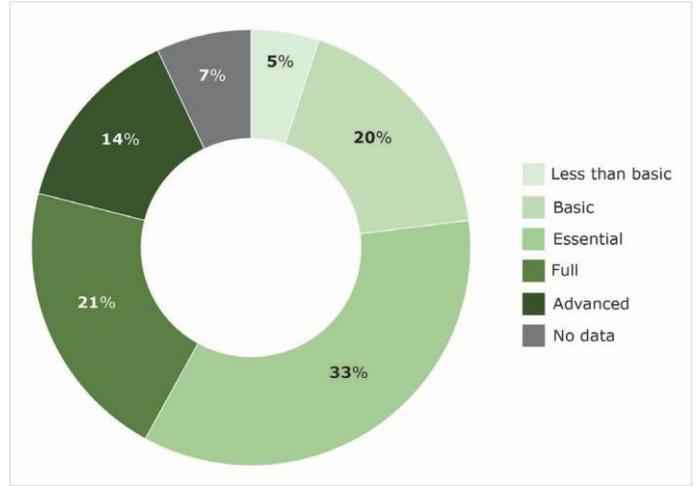


그림 22. 각 역량 수준에 대한 회원의 백분율로 표시된 기후 서비스 역량 수준의 전세계 분포

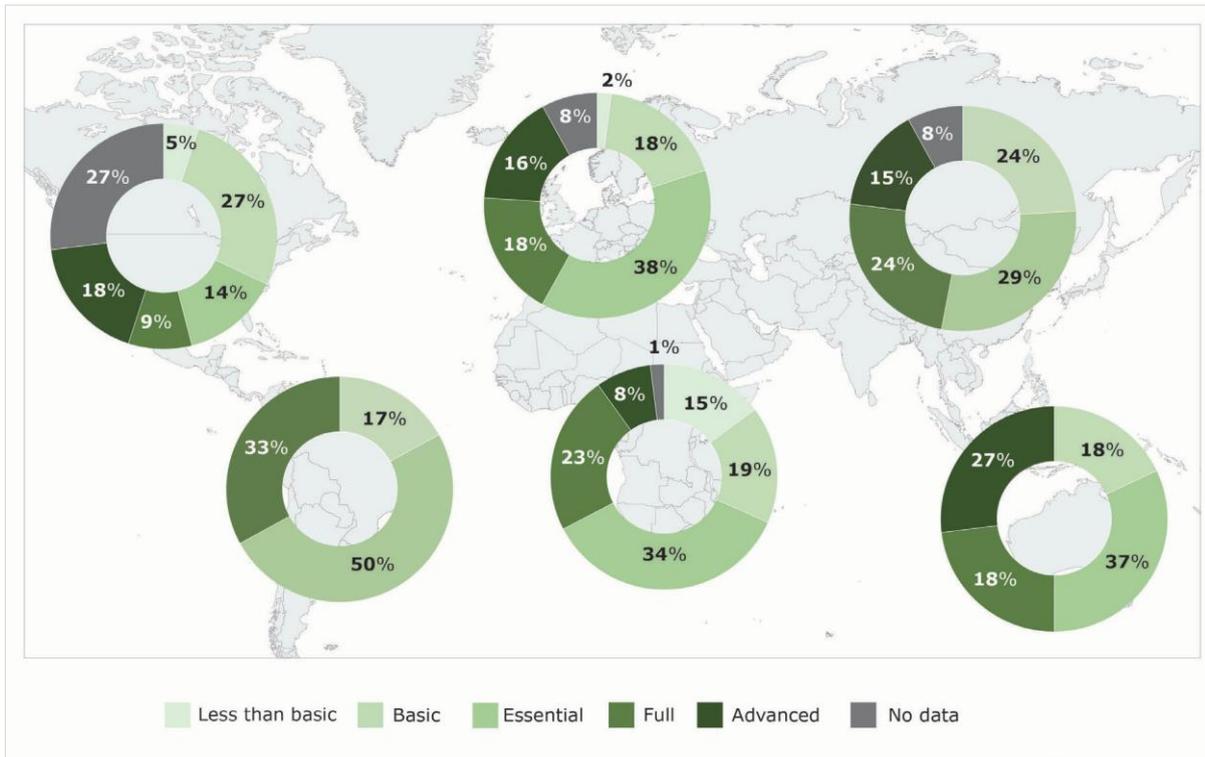


그림 23. 2024년 기후서비스 역량

기후 서비스 향상은 협력적인 접근 방식을 필요로 하며, 이해관계자들과 함께 기후 정보를 공동 생산하여 관련성과 활용성을 보장하고, 또한 격차를 해소하는 것이 중요합니다. 이는 '가치 사슬 구성 요소의 진전' 섹션에서 강조된 바 있습니다. 특히 자원이 부족한

지역에서 NMHS의 역량을 강화함으로써, 국가들은 기후 문제를 보다 잘 해결하고, 회복력을 향상시키며, 지속 가능한 발전을 지원할 수 있습니다.

기후 서비스를 위한 품질 관리 시스템 프로세스

WMO는 프로그램과 활동을 통해 모든 기상, 기후, 수문, 해양 및 관련 환경 데이터, 정보 및 서비스의 가능한 최고 품질을 보장하는 데 전념하고 있습니다. 이러한 데이터, 정보 및 서비스는 생명과 재산 보호, 육지, 바다, 공중에서의 안전, 지속 가능한 경제 발전 및 환경 보호를 지원합니다. 이를 달성하기 위해 WMO는 조직 전체의 품질 관리 접근 방식을 채택하고 이를 실행하는 데 헌신하며, 이는 WMO의 주요 목표와 전략적 우선사항을 충족하는 것과 관련이 있습니다.

기상, 기후 및 수문 서비스의 맥락에서 품질 관리 시스템 (QMS)은 원시 측정 (raw measurement)과 관측에서부터 최종 사용자에게 제공되는 서비스까지 모든 활동을 포괄하는 전반적인 시스템입니다. QMS는 품질과 성능을 개선하여 고객의 기대를 충족하거나 초과할 수 있도록 하며, 이는 NMHS와 다른 관련 이해관계자들의 기대와 요구 사항을 고려합니다. QMS 접근 방식은 NMHS와 다른 관련 이해관계자들에게 다음과 같은 목표를 달성하는 데 도움이 되는 프레임워크를 제공합니다: 자신들의 목적과 국가적, 국제적 운영 맥락을 이해하고; 전략적 방향을 계획하고 설정하며; 계획된 목표를 달성하기 위해 적절한 자원을 식별하고 제공하는 등 다양한 지원을 제공합니다.

QMS 프로세스를 통해 WMO는 기후 서비스 구현 체크리스트에 대한 NMHS의 응답을 감사하고 검증해왔습니다.⁵⁹ 초기 단계에서 14개 회원국의 데이터가 감사 및 검증되었습니다. 검증 프로세스는 회원국이 보고한 정보의 정확성과 신뢰성을 보장하는 데 중요하며, 이는 기후 서비스 개선을 지원합니다. 또한, WMO는 Country Hydromet Diagnostics (CHD) 이니셔티브⁶⁰를 통해 심층적인 평가도 진행하고 있습니다. 현재 20개 회원국이 동료 검토 (peer-review) 프로세스를 통해 이 평가를 받았으며, 이를 통해 물, 기후 및 기상 서비스 능력에 대한 포괄적인 이해를 제공하고 있습니다. 이러한 평가 결과는 강점과 개선이 필요한 분야를 식별하여 보다 목표 지향적인 역량 강화 노력을 가능하게 하며, *Hydromet Gap Report 2024*⁶¹에 요약되어 있습니다. CHD 결과는 또한 이전 섹션에서 제시된 기후 서비스 구현 체크리스트에 대한 회원국의 응답을 통해 계산된 기후 서비스 역량을 검증하는 데 사용되었습니다. 이 결과는 WMO 지역사무소와 추가 논의되었습니다.

기후 서비스 역량 수준의 감사, 검증 및 검토를 감독하는 역할을 포함한 다양한 역할을 맡고 있는 WMO 기후 서비스 역량 개발 전문가 팀은 WMO의 기상, 기후, 수문, 해양 및 관련 환경 서비스 및 응용위원회 (SERCOM)에 의해 위임되었습니다.

정기적인 Hydromet Gap report 발생은 Hydromet 개발을 위한 연대 선언에 명시된 10가지 약속 중 하나로, WMO는 이 선언의 창립 회원입니다. Hydromet Gap Report 2024는 20개 최빈국과 군소도서국에서 수행된 Country Hydromet Diagnostics (CHD)를 기반으로 한 분석을 제공합니다. 기후 서비스 구현 체크리스트 데이터는 CHD의 기후 서비스 섹션에 반영되며 (결과는 2024년 Hydromet Gap Report의 Element 7: 기후 서비스 기여 항목에 있습니다.) CHD 프로세스는 기후 서비스 역량 수준을 포함한 기후 서비스 구현 체크리스트의 결과를 검증하는 데에도 사용됩니다. (세부사항은 QMS 박스를 참고 하십시오.)

기후 서비스에 대한 아동 중심적 접근 방식: 아동을 위한 기후 서비스 개발

기후 위기는 아동 권리 위기입니다. 10억 명의 아동 (모든 아동의 거의 절반)이 기후 변화의 영향을 경험할 위험이 매우 높습니다.⁶² 추산에 따르면 7억 7,400만 명의 아동 (전세계 아동 인구의 3분의 1)이 빈곤과 높은 기후 위험이라는 이중의 영향을 받으며 살고 있습니다.⁶³

기후 관련 위험은 아동 생존에 관한 큰 공중 보건 위협 중 하나입니다. 예를 들어 8억 2천만명의 아동 (전세계 아동의 3분의 1 이상)이 현재 폭염에 심하게 노출되어 있습니다. 이는 지구 평균 기온이 상승하고 기상 패턴이 더욱 불규칙해짐에 따라 더욱 악화될 가능성이

59 https://meetings.wmo.int/SERCOM-2/Presentations/Side-events/Side-event%20-%20QMS/QMS_SERCOM%202_PPT%20V9%2015%20Oct%202022%20.pdf

60 <https://alliancehydromet.org/country-hydromet-diagnostics>

61 World Meteorological Organization (WMO). *Hydromet Gap Report 2024*; WMO: Geneva, 2024.

62 Ryan, E.; Wakefield, J.; Luthen, S. *Born into the Climate Crisis: Why We Must Act Now to Secure Children's Rights*; Save the Children International: London, 2021. <https://resourcecentre.savethechildren.net/document/born-climate-crisis-why-we-must-act-now-secure-childrens-rights/>.

63 Save the Children International. *Climate Crisis* web page. <https://www.savethechildren.net/what-we-do/climate-crisis>.

있습니다.⁶⁴ 임산부, 신생아, 어린이, 청소년 및 노인은 기후 변화로 인해 심각한 새로운 건강 문제 또는 부상하는 건강 문제를 겪고 있으며, 이는 최근 수십 년 동안 아동 건강과 발달에 있어 이룬 진전을 위협하고 있습니다.⁶⁵ 극심한 기상 현상, 홍수, 가뭄 및 기온 상승은 건강과 웰빙은 물론 보건 시스템 및 서비스의 기능에도 심각한 위협을 가합니다.⁶⁶

기후 관련 위험은 교육에 대한 접근성을 방해하고 있습니다. 유아 교육 센터와 학교의 피해는 어린이의 학습, 신체적 안전, 정신 건강 및 심리사회적 웰빙에 영향을 미치고 있습니다. 현재 추세에 따르면, 2025년까지 기후 비상사태로 인해 매년 1,250만 명의 소녀가 교육을 완료하지 못할 것입니다.⁶⁷ 교육을 완료하지 못함⁶⁸에 따라 발생하는 아동 결혼과 같은 보호 위험은 기후 관련 스트레스가 생계, 이주 및 이산 가족 가능성에 미치는 영향으로 더욱 악화되고 있습니다.⁶⁹

그럼에도 불구하고, 이동성과 인지적 장애가 있는 아동, 청소년, 여성, 노인의 특정 요구사항은 기후 전략과 금융 메커니즘에서 대체로 간과되어 왔습니다. 연구에 따르면 취약 계층의 기후 관련 건강 위험이 심각하게 과소평가되었습니다.⁷⁰ 많은 NDC에 아동에게 중요한 사회 서비스를 강화하는 계획이 포함되어 있지만, 자금 조달은 일반적인 사회 부문의 공약을 실행으로 옮기기에 종종 부족했으며, 특히 아동과 청소년에게 초점을 맞춘 공약은 더더욱 부족했습니다. NDC 제출의 초기 라운드에서 아동이나 청소년에 대한 직접적인 언급을 포함한 것은 42%에 불과했고, 아동을 구체적으로 언급한 것은 20%에 불과했습니다.⁷¹ 게다가 아동 중심의 기후 투자는 여전히 매우 제한적입니다. 2023년에는 주요 글로벌 기후 기금의 2.4%만이 성별 및 아동 대응 활동 지원으로 분류될 수 있다고 평가되었습니다.⁷²

어린이, 그 가족 및 지역 사회는 시기 적절하고 관련성 있는 기상, 기후 정보와 서비스에 대한 접근 없이는 기후 관련 위험과 변화에 대비할 수 없습니다. 그러나 현재 성별에 민감한 아동 중심 기후 서비스는 거의 없으며, NFCS에서 아동에 대한 고려와 참여는 아직 해결되지 않았습니다.

기후 서비스가 어린이와 기타 취약 계층에 대한 기후 관련 위험의 단기 및 장기적 영향을 해결하도록 보장할 시급한 필요성이 있습니다. (필리핀 사례 연구 참조) 예를 들어, 극심한 더위가 신생아와 영아에게 영향을 미치는 한계는 성인보다 낮습니다. 따라서 극심한 더위는 어린이의 학습 능력에 서로 다른 영향을 미칩니다. 이는 폭염 및 기타 극심한 기상 현상에 대한 경도가 특정 사회 계층에 맞게 조정되어야 하는 중요성을 강조합니다. 동시에 극심한 기상 현상과 기온 상승의 증가에 대비하여 건강, 사회 복지 및 교육 시스템을 준비하기 위한 노력을 더욱 기울이는 것이 중요합니다.

어린이들은 또한 기후 위기에 대처하는 데 적극적인 역할을 하고 싶다고 말합니다. 어린이들이 기후 정보와 조기 경보에 접근할 수 있도록 하는 것이 이를 위한 전제 조건입니다. 이를 위해서는 어린이 친화적 기후 서비스의 공동 개발에 어린이를 참여시켜야 하며, 여기서 기후 정보는 어린이가 쉽게 접근하고 이해할 수 있는 형식, 언어 및 채널을 통해 제공됩니다. 세이브더칠드런은 방글라데시, 말라위, 소말리아, 남수단 등의 국가에서 학교 및 청소년 재해 위험 감소 또는 관리 (DRR/DRM) 클럽과 연계하여 어린이와 함께 어린이 친화적인 조기 경보 권고안을 공동 개발해 왔습니다. 말라위에서 세이브더칠드런은 게임과 연극을 포함한 간단한 언어와 참여 활동을 사용하여 기후 개념을 설명하고 어린이가 스스로를 보호할 수 있는 방법을 이해하도록 돕습니다. 이는 동료간 학습과 청소년 주도 이니셔티브를 통해 어린이가 기후 정보 전달에 적극적으로 참여할 수 있도록 하는 접근 방식을 강조합니다.

많은 국가에서 어린이는 인구의 상당 부분을 차지합니다. 기후 서비스에 어린이 중심 접근을 포함함으로써, 우리는 어린이가 성인이 되어 사회에 영향을 미칠 수 있는 지식 문화를 구축하는 동시에, 어린이가 가족과 지역사회의 태도와 실천에 영향을 미칠 수 있도록 하고 있습니다.

64 United Nations Children's Fund (UNICEF). *The Climate Crisis is a Child Rights Crisis: Introducing the Children's Climate Risk Index*; UNICEF: NewYork, 2021. <https://www.unicef.org/reports/climate-crisis-child-rights-crisis>.

65 Pegram, J.; Colon, C. *Are Climate Change Policies Child-sensitive? A Guide for Action: Summary*; UNICEF: NewYork, 2019. <https://www.unicef.org/documents/are-climate-change-policies-child-sensitive>.

66 Ryan, E.; Wakefield, J.; Luthen, S. *Born into the Climate Crisis: Why We Must Act Now to Secure Children's Rights*; Save the Children International: London, 2021. <https://resourcecentre.savethechildren.net/document/born-climate-crisis-why-we-must-act-now-secure-childrens-rights/>.

67 Fry, L.; Lei, P. *A Greener, Fairer Future: Why Leaders Need to Invest in Climate and Girls' Education*; Malala Fund, 2021. <https://malala.org/newsroom/malala-fund-publishes-report-on-climate-change-and-girls-education>.

68 Adan, H.; Mburu, S.; Mukisa, S. et al. Effects of Drought on Child Protection in Hard-to-Reach Communities in Kenya. *Social Sciences* **2024**, *13*, 375. <https://doi.org/10.3390/socsci13070375>.

69 Clarey, T.; Jiwanji, A.; Selby, S. *Walking into the Eye of the Storm: How the Climate Crisis is Driving Child Migration and Displacement*; Save the Children International: London, 2021. <https://resourcecentre.savethechildren.net/document/walking-into-the-eye-of-the-storm-how-the-climate-crisis-is-driving-child-migration-and-displacement/>.

70 World Health Organization (WMO). *Experts Warn of Serious Health Impacts from Climate Change for Pregnant Women, Children, and Older People*; WHO, 2024.

71 United Nations Children's Fund (UNICEF). *Child-sensitive Climate Policies for Every Child*; UNICEF: NewYork, 2022. <https://www.unicef.org/media/130081/file/Child-Sensitive%20Climate%20Policies%20For%20Every%20Child.pdf>.

72 Save the Children UK. *Why Climate Finance Must Work for Children* web page, 2022. <https://www.savethechildren.org.uk/blogs/2022/climatefinance-for-children>.

바누아투의 기후 회복력 강화를 위한 기후 정보와 전통 지식 통합

바누아투는 해수면 상승 및 해양 산성화 같은 기후 관련 재해를 포함하여 기후 영향에 가장 취약한 국가 중 하나입니다. 바누아투 인프라의 90% 이상이 해안선에서 500m 떨어진 곳에 있습니다.

바누아투 정부는 예상되는 기후 변화를 관리하기 위해 대중에게 정보를 제공하고 준비시킬 수 있는 긴급한 필요성을 인식하고 있습니다. GCF (녹색기후기금)의 지원을 받아 기후 정보 서비스 기반의 회복력 있는 개발 계획 프로젝트 (Van CISRDP, or Vanuatu Klaemet Infomesen blong Redy, Adapt mo Protekt (Van KIRAP))는 5개의 주요 분야(관광, 농업, 인프라, 수자원 관리, 어업)에서 기후 정보 서비스의 사용 확대를 목표로 하고 있습니다. 구체적인 프로젝트 목표에는 기후 데이터를 활용하고 관리할 수 있는 기술 역량 구축, 실용적인 기후 정보 서비스 도구 개발, 이러한 도구들의 사용 촉진 및 맞춤형 기후 정보 전달이 포함됩니다.

Van CISRDP 프로젝트는 시작 이래 상당한 진전을 이루었고 수많은 혜택을 가져왔습니다. 바누아투 전통 지식 전략 및 행동 계획에 따라 이 프로젝트는 전통 지식과 현대 기후 정보 서비스를 통합하는 데 중점을 두었습니다. 주요성과로는 43가지 전통 기후 지식 지표 중을 문서화한 국가 전통 지식 지표 책자 개발과 기상 및 기후 지표를 위한 중앙 집중식 전통 지식 데이터 베이스 구축이 있습니다. 이러한 리소스는 기후 패턴에 대한 귀중한 통찰력을 제공하고 EWS와 커뮤니티 회복력에 기여합니다.

2018년부터 2022년까지 이 프로젝트는 데이터 수집 및 분석에서 상당한 진전을 이루어 바누아투의 기후 위험을 모니터링하고 대응하는 역량을 강화했습니다. 자동 기상 관측소, 해양 부표 및 하천 게이지를 설치하여 기후 데이터의 정확성과 가용성을 개선했습니다.

Van KIRAP Portal과 ClimateWatch Vanuatu 앱은 이 정보의 보급을 용이하게 하여 커뮤니티가 정보에 입각한 결정을 내릴 수 있도록 했습니다. 교육 프로그램과 커뮤니티 협의를 통해 여러 주에서 상당한 참여가 이루어져 지역 지식과 참여가 더욱 강화되었습니다.

전반적으로 Van CISRDP 프로젝트의 성공은 몇 가지 핵심 요인에 기인할 수 있습니다. 첫째, 전통 지식과 과학 데이터를 통합하여 기후 정보 서비스를 위한 견고한 프레임워크를 만들어 커뮤니티의 회복력과 의사 결정 역량을 강화했습니다. 국가 전통 지식 지표 책자 및 중앙 집중식 전통 지식 데이터 베이스와 같은 도구를 개발하여 토착 지식을 기후 적응 전략에 통합하는 데 도움이 되었습니다.

둘째, 강력한 이해관계자 참여와 지역 사회 참여가 핵심이었습니다. 지역 사회, 정부 기관, NGO 및 지역 파트너와의 지속적인 협의 및 협업을 통해 프로젝트의 관련성과 수용이 보장되었습니다. 셋째, 교육 프로그램 및 워크숍을 포함한 역량강화 이니셔티브는 지역 이해관계자의 기술과 지식을 크게 향상시켜 기후 데이터를 효과적으로 관리하고 활용할 수 있도록 지원했습니다.

또한 자동 기상 관측소, 해양 부표 및 ClimateWatch Vanuatu 앱과 같은 최신 기술을 사용하여 데이터 수집 및 배포를 강화하여 기후 정보에 대한 접근성을 높였습니다.

투자

“우리는 지속가능한 미래를 위해 필요한 투자를 해야 합니다. 아무런 조치를 취하지 않는 비용은 조치 비용보다 몇 배나 더 높습니다. 이것이 우리가 지구 시스템과 그 변화에 대한 더 나은 지식을 수집하고, 의사 결정을 지원할 수 있는 적합한 기후 서비스를 제공하며, 전례 없는 자연 재해로부터 지역사회를 보호할 수 있는 조기 경보 시스템을 개발하는데 있어 NMHS에 대한 지원을 늘려야 하는 이유입니다”.

Prof. Celeste Saulo, WMO Secretary-General

기후 정책 이니셔티브 (CPI)에 따르면, 글로벌 기후 자금 흐름은 2019/2020년에서 2021/2022년 사이에 거의 두배로 증가하여 연평균 약 1조 3,000억 달러에 달했습니다.⁷³ 이러한 성장의 대부분은 2019/2020년에서 4,390억 달러가 증가하여 1조 1,500억 달러에 달한 완화 기후 자금의 증가 때문이었습니다. 소수의 국가에서 청정 에너지 투자가 이러한 증가의 대부분을 주도했습니다.

적응 자금 흐름은 2019/2020년에서 2021/2022년 사이에 29%가 증가하여 630억 달러에 달했습니다. 이는 절대적인 측면에서 역대 최고 기록입니다. 그러나 전반적인 증가에도 불구하고 기후 자금 흐름과 수요를 비교하면 큰 자금 격차가 드러납니다. 2021/2022년 글로벌 기후 자금 흐름은 연평균 약 1조 3,000억 달러였고, (평균) 연간 기후 자금 수요는 2030년까지 최소 5조 9,000억 달러로

추산됩니다. 즉, 기후변화의 최악의 영향을 피하기 위해 기후 자금은 가능한 한 빨리 매년 최소 5배씩 증가해야 합니다.

이렇게 자금 격차가 크지만, 아무것도 하지 않는 것에 대한 비용은 훨씬 더 큼니다. 추정 손실의 절반 이상은 온난화를 1.5 °C로 제한함으로써 피할 수 있습니다. 기후 해결책에 지금 투자하는 것에는 명확하고 긴급한 경제적 필요가 있으며, 무조치의 비용은 완화가 부족하고 적응이 불충분할 경우 계속해서 증가할 것입니다.

기후 적응에 사용되는 630억 달러 중 거의 3분의 1이 기후 정보에 기반한 투자에 사용되고, 그 중 일부 (40억~50억 달러로 추산)는 기후 서비스와 조기 경보 활동을 명시적으로 지원합니다.

기후 금융에서 국가 기상 및 수문 서비스의 역할

WMO의 기후 서비스 구현 체크리스트에 따르면⁷⁴, 응답한 179개의 NMHS 중 111개는 현재 진행 중인 프로그램에서 자금을 확보하기 위한 협상에 적극적으로 참여하거나, 확인된 필요를 충족하기 위한 새로운 제안서 개발에 기여하고 있다고 밝혔습니다. 대다수의 NMHS (177개 중 146개)는 자국의 NDC 내에서 기후에 민감한 국가 발전 우선사항을 식별하는 데 참여한다고 보고했습니다. 그러나 기후 적응 및 완화 관련 진행 중이거나 계획된 프로젝트 목록을 컨설팅한 NMHS는 87개에 불과합니다. 이 단계는 국가 수준에서 기후 금융과 조정을 위한 기존 및 향후 이니셔티브를 활용하는데 매우 중요합니다.

유사하게, 조기 경보 시스템 투자에 대한 글로벌 관측소에 대한 검토 결과, 다자간 개발 은행 및 기후 금융 기관과 함께 진행 중인 300개 이상의 프로젝트에서 NMHS의 참여에 큰 격차가 있음을 보여줍니다. 307개 프로젝트 중 51개 만이 NMHS를 수혜 기관 및 실행 기관으로 명시하고 있으며, 142개 프로젝트는 NMHS를 간접 수혜자로 목록에 올리고 있습니다.⁷⁵

73 Buchner, B.; Naran, B.; Padmanabhi, R. et al. *Global Landscape of Climate Finance 2023*; Climate Policy Initiative (CPI): 2023. <https://www.climatepolicyinitiative.org/publication/global-landscape-of-climate-finance-2023/>.

74 https://etp.wmo.int/pluginfile.php/25832/mod_resource/content/1/Checklist%20for%20Climate%20Services%20Implementation.pdf

75 The review is as of 2 July 2024.

현재 많은 국가에서 효과적인 기후 서비스와 EWS를 제공할 수 있는 역량의 격차가 있기 때문에 투자를 계속 늘리는 것이 중요하며, 외부 투자는 많은 지역에서 진행 중인 정부 지원을 보완하는데 도움이 됩니다. 기후 정보 및 조기 경보 활동에 투입된 자금은 기후 행동에 보다 광범위하게 기여하는 데 활용할 수 있으며, 기후 정보는 환경, 경제 및 국민의 복지에 이로운 의사 결정에 사용됩니다.

EWS로 전세계 모든 사람을 보호하려는 EW4All 이니셔티브의 정치적 추진력과 관련된 공약은 기후변화로 인한 위험에 대처하는데 있어 기후 서비스와 조기 경보의 중요성을 강조합니다.

각국은 기후 금융을 유치하기 위해 다양한 기관과 자원을 활용할 수 있습니다. 그러나 이 자금을 효과적으로 접근하려면 계획, 조정 및 참여가 필수적이며 NMHS는 중요한 역할을 합니다.⁷⁶ NMHS의 국가 계획 과정에 대한 참여는 의사 결정을 지원하고, 실현 가능한 기후 행동과 지원에 대한 국가 이해관계자와 글로벌 파트너들에게 현실적인 기대를 설정하는 데 도움을 줍니다. NMHS가 권한을 부여받으면 기술적 기관으로서의 역할을 넘어 국가 발전과 기후 금융 유치의 핵심 주체로 진화할 수 있습니다. 이를 위해서는 리더십, 광범위한 지원을 얻을 수 있는 비전, 그리고 국가 의사결정에서 그들의 역할을 확장하는 전략이 필요합니다.

파트너 투자 개요

2019년부터 2024년까지 기후 서비스와 조기 경보 시스템 (EWS)에 대한 보고서 파트너들의 자금 지원이 크게 증가했으며, 이는 기후변화에 대한 회복력을 구축하려는 글로벌 차원의 약속이 강화되고 있음을 보여줍니다. 여기에 몇 가지 예시가 포함되어 있습니다.

적응 기금 (Adaptation Fund)

2024년 3월 현재, 적응 기금 (AF) 포트폴리오는 11억 4천만 달러 규모로 다양한 분야에서 164개의 구체적인 적응 프로젝트에 혜택을 주고 있습니다. 이 중 73개 프로젝트에는 기후 관련 위험과 위협⁷⁷에 대한 국가의 노출을 줄이는 활동을 포함하고 있으며, 특히 수문기상 투자를 통해 AF의 전략적 결과 프레임워크 성과를 달성하고 있습니다. 이들 프로젝트의 총 투자액은 5억 6천2백7십만 달러이며, 지리적으로는 다음과 같이 분포하고 있습니다:

- 아프리카: USD 224.7 million
- 라틴 아메리카 및 카리브해: USD 141.1 million
- 아시아 및 태평양: USD 180.2 million
- 동유럽: USD 16.7 million

좀 더 구체적으로, 기후 관련 위험 및 위협에 대한 국가의 노출을 줄이는 데 직접적으로 기여하는 활동은 7,370만 달러에 달합니다. (아프리카에 3,670만 달러, 라틴 아메리카 및 카리브해에 1,940만 달러, 아시아 태평양에 1,510만 달러, 동유럽에 250만 달러) 이 금액은 2019년의 3,430만 달러에서 지난 5년 동안 두 배 이상 증가했습니다. AF가 지원하는 164개 프로젝트 중 22개는 재해 위험 감소 또는 EWS에만 전념하여 2억 620만 달러에 달합니다.

완료된 35개 프로젝트 중 18개는 기후 관련 위험 및 위협에 대한 국가의 노출을 줄이는 것을 특별히 목표로 하는 활동을 포함하며, 금액은 1,850만 달러입니다.

프랑스 개발청 (Agence Française de Développement)

2019년부터 2022년까지 Agence Française de Développement (AFD)의 기후 적응 프로젝트에 대한 투자는 20억 유로 (EUR)에서 22억 유로로 10% 증가했으며, 이는 기후 변화 적응에 대한 지원을 확대하려는 지속적인 노력을 강조합니다.⁷⁸

2024년 4월 현재 AFD 포트폴리오는 25개 프로젝트가 포함되었으며, 약 8억 2,800만 유로가 기후 서비스와 EWS를 직접 지원하는 프로젝트에 투자되었습니다. 이 투자 중 약 1억 7,200만 유로는 이러한 프로젝트 내의 기후 서비스와 조기 경보 활동에 특별히 할당되었으며, 이 자금의 71%는 아프리카 국가를 지원하는데 사용되었습니다. 이 배분은 AFD가 기후변화의 영향에 가장 취약한 지역에 집중하고 있음을 강조합니다.

76 WMO는 곧 "국가기상기후서비스 강화"라는 제목의 초안 지침서를 발행할 예정입니다.

77 2024년 7월 1일 현재, 73개 프로젝트 중 8개는 완료되었고, 6개는 데이터 확인을 기다리고 있습니다. 따라서 Global Observatory for Early Warning System Investments 투자금액은 5억 56200만 달러입니다.

78 Agence Française de Développement (AFD). *Climate Activity Report*; AFD: Paris, 2022. <https://www.afd.fr/en/ressources/climate-2022-activity-report>.

아프리카 개발 은행 (African Development Bank)

2023년⁷⁹ 아프리카 개발 은행(AfDB)은 기후 자금 목표를 초과하여 프로젝트 승인의 54%를 기후관련 이니셔티브에 할당했습니다. 특히, 이러한 자금의 36%는 적응 노력에 전념하여 지역 사회와 생태계가 변화하는 기후에 적응하도록 돕습니다. 또한 64%는 온실 가스 배출을 줄이는 것을 목표로 하는 완화 전략을 지원합니다.

AfDB는 모든 프로젝트에 기후 고려 사항을 적극적으로 통합하고 있으며, 2023년 승인된 프로젝트의 97%가 기후 정보를 기반으로 설계되었습니다.⁸⁰ AfDB는 EWS와 기후 정보의 중요성을 인식하고 현재 기후 정보와 EWS를 강화하는 데 중점을 둔 약 10개의 진행 중인 프로젝트와 파이프라인 프로젝트를 지원하고 있으며, 이는 1,060만 달러의 투자를 나타냅니다.⁸¹ 이러한 이니셔티브는 AfDB가 아프리카 국가들이 기후 변화에 대한 회복력을 구축하고 장기적으로 지속 가능한 개발을 촉진하도록 지원하려는 의지를 보여줍니다.

AfDB는 2025년까지 모든 운영에 기후 변화 고려 사항을 주류화하여 모든 프로젝트가 기후 회복력과 지속 가능한 개발에 기여하도록 하는 것을 목표로 합니다. 이 야심찬 목표는 기후 변화로 인해 발생하는 시급한 과제를 해결하는 동시에 아프리카 국가들이 개발 목표를 달성하도록 지원하려는 AfDB의 고아범위한 공약의 일부입니다.

아시아 개발 은행 (Asian Development Bank)

아시아 개발 은행 (ADB)은 기후변화에 대처하기 위한 이니셔티브를 포함하여 사회 및 경제 개발을 강화하는 것을 목표로 대출, 기술 지원, 보조금 및 주식투자를 제공합니다. 기후변화에 대처하고, 기후 및 재해 회복력을 구축하고, 환경적 지속 가능성을 향상시키는 것은 새로운 ADB 전략 2030의 우선 순위입니다.⁸² ADB는 이러한 운영 우선 순위를 해결하기 위해 2019-2030년에 자체 리소스에서 개발도상국에 누적 기후 자금 1,000억 달러를 제공하겠다는 야망을 높이고 있습니다.

ADB는 또한 10년동안 운영의 최소 75%가 기후 행동을 지원하도록 하는 것을 목표로 합니다. 이 목표는 이미 2021-2023년에 기후 생동을 지원하는 ADB 운영의 비중이 79%에 도달하면서 예정보다 앞서 달성되었습니다.

2024년 ADB의 포트폴리오에는 59개 프로젝트가 포함되었습니다. 여기에는 7개 지역 이니셔티브와 52개 국가 이니셔티브가 포함되었으며, 아시아 태평양 전역에서 기후 서비스와 EWS를 개선하는 것을 목표로 하는 구성 요소나 활동이 하나 이상 포함되어 있습니다. 약 90억 달러의 상당한 투자로,^{83,84} 이러한 프로젝트는 건강, 운송, 에너지 및 수자원 관리와 같은 다양한 부문에 걸쳐 확대되었습니다. 이 투자 중 약 46억 달러는 아시아 프로젝트에 할당되고 14억 달러는 태평양 지역의 노력에 사용됩니다.

기후 위험 및 조기 경보 시스템(Climature Risk and Early Warning Systems)

지난 5년 동안 기후 위험 및 조기 경보 시스템 (CREWS) 이니셔티브는 프로그램의 자금 조달과 범위 모두에서 지속적인 성장을 보여주었습니다. 여전히 아프리카, 카리브해, 아시아 태평양의 세 주요 지역에 초점을 맞추면서도 CREWS 프로그램/프로젝트는 80개 이상의 최빈개발도상국과 군소도서국을 지원하기 위해 확대되기 시작했습니다.

2019년에는 부르키나파소, 차드, 콩고민주공화국, 말리, 니제르, 토고, 서아프리카, 아프가니스탄, 파푸아뉴기니, 태평양 군소도서국, 카리브해 지역 프로젝트 등 10개에 불과한 운영 프로그램이 있었습니다. 2024년에 CREWS 포트폴리오는 총 6,900만 달러 규모의 총 25개 진행 중인 프로젝트를 보유했습니다.

이러한 성장은 자금 조달 측면에서도 확인할 수 있습니다. CREWS 포트폴리오는 2019년 이후 9,672만 달러로 성장했습니다. 이 금액은 현재 진행 중인 지역 및 국가의 다년간 프로젝트에 해당하는 금액입니다. 그러나 CREWS는 또한 가속화 지원 창구 (ASW)를 통해 8개 국가⁸⁵를 지원했으며, 이들은 1년 내에 완료된 프로젝트를 위한 소규모 보조금을 제공받았습니다.

녹색 기후 기금 (Green Climate Fund)

2019년 기준 녹색 기후 기금 (GCF)은 35개 프로젝트에 직접 8억 6,478만 달러를 투자했으며, 기후 정보와 조기 경보 시스템 (EWS)의 강화를 위해 총 17억 달러를 투자했습니다. 이 투자는 주로 84%가 부문 간 응용 프로그램에 할당되었고, 16%는 수문기상 서비스를 현대화하는 데 집중되었습니다.⁸⁶

79 African Development Bank (AfDB). *AfDB-CIF Annual Report 2023*; AfDB: 2024. <https://www.afdb.org/en/documents/afdb-cif-annual-report-2023>.

80 African Development Bank (AfDB). *AfDB-CIF Annual Report 2023*; AfDB: 2024. <https://www.afdb.org/en/documents/afdb-cif-annual-report-2023>.

81 On 1 July 2024, 8 out of the 10 projects had been closed, bringing the total amount to 2 projects with USD 5.5 million in the Global Observatory for Early Warning System Investments.

82 Asian Development Bank (ADB). *Strategy 2030: Achieving a Prosperous, Inclusive, Resilient, and Sustainable Asia and the Pacific*; ADB: Manila, 2018. <https://dx.doi.org/10.22617/TCS189401-2>.

83 이 금액에는 ADB가 관리했지만 반드시 제공한 것은 아닌 자금도 포함됩니다.

84 Full project amount

85 2024년 7월 1일 기준으로 이 8개의 ASW 프로젝트 중 4개가 종료되었습니다.

86 *2019 State of Climate Services: Agriculture and Food Security* (WMO-No. 1242)

2023년, 녹색기후기금 포트폴리오는 15개 프로젝트를 포함하게 되었으며, 기후 서비스와 조기 경보 시스템 (EWS) 강화를 위한 총 투자액은 38억 3천만 달러에 달합니다. 이 중 9억 1천만 달러는 GCF의 직접적인 기여였으며, 추가로 29억 2천만 달러는 다른 금융 기관들의 공동 재정 지원을 통해 확보되었습니다.

2024에는 GCF 자금의 대부분이 아시아-태평양 (47%)와 아프리카 (45%)로 집중되었습니다. 이 배분은 이들 지역의 높은 취약성과 긴급한 필요를 반영한 것입니다. 라틴 아메리카와 카리브해 지역은 자금의 21%를 받았으며, 동유럽은 2%의 GCF 자금을 기후서비스와 기후변동성에 대한 회복력 강화를 목표로 지원받았습니다.

2019년 이후, GCF 포트폴리오는 상당한 성장을 보여주었으며, 공동 재정 지원을 포함한 투자액이 17억 달러에서 74억 달러로 증가했습니다. 이 증가는 기후 관련 도전에 대한 글로벌 인식과 대응의 증가를 강조합니다. 투자 증가의 주요한 변화는 지역 배분에서 뚜렷하게 나타납니다. 2019년 아시아-태평양 지역은 GCF 투자액의 48%를 받았고, 기후 서비스 및 EWS 관련 프로젝트의 자금 지원에서 1% 감소하여 2024년에 47%가 배정되었습니다. 라틴 아메리카와 카리브해 지역은 2019년 8%에서 2024년 21%로 배정 비율이 증가했으며, 이는 이 지역에서 기후 회복력 강화를 위한 집중적인 약속을 나타냅니다. GCF 투자 포트폴리오의 지속적인 확장과 전략적인 초점은 글로벌 기후 행동 노력의 모멘텀을 유지하는데 필수적입니다.

지구 환경 기금 (Global Environment Facility)

지구 환경 기금 (GEF)은 최빈개발도상국 기금 (Least Developed Countries Fund (LDCF))과 특별기후변화기금 (Special Climate Change Fund (SCCF))을 통해 LDC, SIDS 및 기타 취약 국가의 기후 변화 적응을 지원하기 위해 약 22억 달러를 제공했습니다.

2024년 2월, LDCF/SCCF 위원회는 LDC, SIDS 및 기후로 인한 위험에 특히 취약한 기타 지역을 대상으로 하는 고품향 기후 적응 투자를 위해 기록적인 2억 300만 달러를 승인했습니다. 이 자금은 기후 위험이 확대되는 데 대응하여 식량 시스템, 수자원 및 경보 시스템을 지원하기 위한 것입니다.

지금까지 LDCF와 SCCF는 수수료를 포함하여 약 7억 달러⁸⁷의 107개 프로젝트⁸⁸에 자금을 지원했으며, 여기에는 EWS가 포함되어 있습니다. 이러한 자금의 대부분은 총 자금의 62%를 받은 아프리카와 25%를 받은 아시아로 전달되었습니다. EWS 지원에는 주로 조기 경보 인프라 개발, 기상 기관 역량 강화, 정책 입안자 및 수혜자 간의 인식 제고, 취약 계층의 혁신적인 적응 솔루션에 EWS 적용이 포함됩니다.

미주 개발 은행 (Inter-American Development Bank)

2015년 이래로 미주개발은행 (IDB)은 라틴 아메리카와 카리브해 지역 회원국에 EWS에 대한 10개 프로젝트 (기술 협력 8개, 대출 2개)를 제공했으며, 총액은 약 3,000만 달러입니다.⁹¹ 여기에는 EWS를 강화하기 위한 우선 투자 프로젝트의 기술 설계, 관련 연구, 시범 활동, 필요한 장비 구매, 제도적 역량 강화, 대출을 통한 지역 사회 지원이 포함됩니다. 목표로 삼은 기후 위험에는 홍수, 가뭄, 산불 및 최근 몇 년 동안 더욱 두드러진 기타 위험이 포함됩니다.

체계적 관측 재정 지원 체계 (The Systematic Observations Financing Facility)

체계적 관측 재정 지원 체계 (SOFF)은 기본적인 기상 및 기후 관측에서 핵심 데이터 격차를 해결하기 위해 장기 재정 및 기술 지원을 제공함으로써 국가, 특히 최빈개발도상국 및 군소도서국을 지원하는 데 중요한 역할을 합니다. 이러한 관측은 정확한 날씨 예보, EWS 및 기후 정보 서비스에 필수적입니다. 동시에 이러한 데이터는 글로벌 공공재 제공에 기여합니다. 이러한 관측이 부족하면 국가의 기후 변화에 적응하고 회복력을 구축하는 능력이 제한됩니다. 따라서 SOFF는 EW4All의 기본 요소이자 제공 수단입니다.

2022년 7월 운영을 시작한 SOFF는 빠르게 확장되어 현재까지 66개국을 지원하고 있습니다. 준비 자금은 60개국에 승인되었고, 18개국은 SOFF 투자 단계 자금을 승인 받았습니다. 2023년 3월 이후, SOFF는 총 1억 1천 5백 3십만 달러 규모의 국가 자금 요청을 승인했습니다. 또한 35개국은 지원을 요청한 상태입니다. SOFF는 효율적으로 운영되고 있지만, 많은 국가들이 SOFF 지원을 요청했음에도 불구하고 자원 동원에 어려움을 겪고 있으며, 일부 국가들의 요청은 아직 고려되지 않았습니다. 총 101개국이 개별적으로 또는 지역 이니셔티브를 통해 SOFF 지원을 요청한 상태입니다. 특히 2023년 2월, 모든 아프리카 국가들은 WMO 지역협회의 결의를 통해 SOFF가 아프리카 전역에 대한 종합적인 지역 프로그램 개발과 시급한 실행을 우선시할 것을 촉구했습니다.

87 GCF 기금 승인 금액

88 보고 기간 기준으로, 기후 서비스와 조기경보시스템 강화를 위해 총 74억 달러가 할당되었으며, 이 중 GCF 기금은 26억 5천만 달러, 공동 기금 금액은 47억 4천만 달러입니다.

89 2024년 6월 기준으로, 72개의 프로젝트가 완료되었고, 3억 3백만 달러 규모의 35개 프로젝트가 실행 중이거나 계획 단계에 있습니다.

90 GEF가 프로젝트에 투입한 전체 금액, 다른 기관들의 공동 금융을 제외한 금액

91 2024년 7월 1일 기준으로 4개의 프로젝트가 종료되었으며, 6개의 프로젝트는 1,150만 달러 규모로 실행 중이거나 계획 단계에 있습니다.

세계은행과 재난 경감 복구 국제 기구 (World Bank and Global Facility for Disaster Reduction and Recovery)

재난 경감 복구 국제 기구 (GFDRR)는 10년 전부터 수문기상학 및 EWS에 대한 기술 전문성을 개발하기 시작하여 국가들이 수문기상학, 기후 및 조기 경보 서비스를 개선하도록 지원했습니다. 그 이후로 세계은행의 수문기상학 프로젝트 포트폴리오는 상당히 확대되었습니다. 2011년 3억 달러에서 3억 5천만 달러로, 2023년에는 13억 달러⁹² 이상으로 성장하여 모든 지역에서 120개 이상의 프로젝트를 포함하며, 아프리카가 이러한 활동을 가장 많이 주최하고 그 다음으로 동아시아 및 태평양, 남아시아가 뒤따릅니다.

2019년과 2023년의 GFDRR 포트폴리오를 비교하면 재해 및 기후 회복력 지원이 상당히 증가했음을 알 수 있습니다. 2019년 이 시설은 172개의 새로운 보조금에 8,360만 달러의 자금을 지원하여 142개국을 포괄하는 369개의 활성 보조금을 창출했고, 총 지원 금액은 2억 6,760만 달러였습니다⁹³. 2023년까지 세계은행의 수문기상 프로젝트 포트폴리오는 13억 달러 이상으로 성장하여 프로젝트 수와 자금이 상당히 증가했음을 나타냅니다. 2019-2023년 전체 기간 동안 지원은 여러 지역에 집중되었으며, 아프리카가 수문기상 및 EWS 활동이 가장 많았습니다. 수문기상 프로젝트에 대한 투자가 증가함에 따라 기후변화의 영향을 해결하는 데 지속적으로 중점을 두고 있으며, 수문기상 및 EWS 서비스 개선을 통해 재해와 기후 회복력에 대한 의지가 커지고 있음을 보여줍니다.

조기 경보 시스템 투자를 위한 글로벌 관측소

유엔 사무총장의 조기 경보 (EW4All) 이니셔티브는 2027년 말까지 지구상의 모든 사람이 EWS로 보호받을 것을 촉구합니다. 이 이니셔티브는 목표 달성을 위한 경로를 제시하는 집행 행동 계획 (Executive Action Plan)에 따라 진행됩니다. 이 계획의 한 가지 구성 요소는 국제 금융 기관, 자본 시장 및 공공 부문의 기존 및 계획된 투자의 일관성과 정렬을 높이는 것입니다. 투자의 일관성과 정렬을 높이기 위해 유엔 재난 위험 경감 사무국 (UNDRR)과 세계기상기구 (WMO)는 국제 금융기관 또는 다자간 개발 은행 및 기후 기금의 기존 및 계획된 투자의 일관성과 정렬을 높이고, 이니셔티브의 국가 수준 전개를 알리기 위해 EWS 투자에 태그를 지정하고 추적하기 시작했습니다.

92 Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR). *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery Annual Report: Bringing Resilience to Scale*. GFDRR: Washington, 2023. <http://documents.worldbank.org/curated/en/099836402122412500/IDU1296966181302414785188c41e3492095ce66>.

93 Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR). *Global Facility for Disaster Reduction and Recovery Annual Report: Bringing Resilience to Scale*. GFDRR: Washington, 2019. <https://www.gfdr.org/en/publication/gfdr-annual-report-2019>.

향후 방향

1. EW4All 이니셔티브의 맥락에서 기후 행동에 더욱 집중해야 합니다. 2023년이 지금까지 가장 더운 해였으며 기후 극한 현상이 점점 더 빈번하고 강력해짐에 따라 기후서비스의 필요성은 그 어느 때보다 커졌습니다.⁹⁴ 이러한 변화하는 도전에 효과적으로 적응하려면 단기 기상 현상과 장기 기후 영향 사이의 격차를 해소해야 합니다. 이를 위해서는 기후 서비스 개선을 포함한 기술적 역량 강화가 필요하며, 특히 모델링과 기후 예측의 발전, 그리고 폭염과 가뭄과 같은 시간에 걸친 위험과 영향을 다루는 것이 점점 더 중요해지고 있습니다. 극한 현상을 다루는 것은 더 이상 즉각적인 위기에 대응하는 것만이 아니라, 기후 행동의 중요한 구성 요소가 되었습니다. 조기 경보 시스템 (EWS)을 강화하고, 인프라를 적응시키며, 커뮤니티가 이러한 현상에 대처할 수 있도록 역량을 강화함으로써 우리는 회복력을 구축하고 변화하는 기후로 인한 파괴적인 영향을 최소화할 수 있습니다.
2. 지속적인 체계적 관측을 위한 협력과 자원 동원의 노력이 시급히 필요하며, 특히 체계적 관측 자금 지원 기관에서 지원하는 것처럼, 글로벌 기초 관측 네트워크의 격차를 해소하는데 집중해야 합니다. 파리협정은 “기후에 대한 과학적 지식 강화를 위해 기후 시스템의 체계적 관측과 조기 경보 시스템 (EWS)을 포함한 연구를 강화하고, 이를 기후 서비스에 반영하여 의사 결정을 지원하는 방식으로 진행할 것”이라고 명시하고 있습니다. 글로벌 공공재 역할을 하는 기상 가치 사슬의 첫번째 부분은 글로벌 수치 기상 예측뿐 아니라 국가 기후 서비스에도 공급되고, 그 결과 국가 기후 계획 및 EWS에 대한 더 나은 의사 결정에도 지원됩니다.
3. 회원들이 이미 하고 있는 자원, 경험 및 교훈의 공유를 기반으로 지역 협력적 접근 방식을 촉진할 필요가 있습니다.

지역 협력과 동료 간 지원 및 협력은 2019년 이후 기후 서비스 현황 보고서의 113개 사례 연구 중 36개에서 중요한 촉진 요인으로 나타났습니다. 예를 들어, 세이셸은 지역 협력과 재정적 통찰력을 활용하여 자국과 이웃 국가들의 기후 서비스를 발전시켰습니다. (세이셸 사례 연구 참조). 또한 국가 차원에서 NFCS (국가 기후 서비스 시스템)를 통한 협력은 기후 정보 제공자와 사용자 간의 협력과 파트너십을 촉진하여 긍정적인 결과를 도출한 것으로 입증되었습니다. 이를 통해 최종 사용자의 특정 요구에 맞춘 맞춤형 기후 서비스가 설계되고 공동으로 생산되었습니다. 현재 보고서에서는 EW4All 구현을 위한 국가 차원의 조정 메커니즘 역할을 하는 NFCS에 대한 지원을 확대할 것을 권장하고 있습니다.

4. 모든 기후 행동 투자들은 기후 정보를 바탕으로 이루어져야 하며, 이를 통해 미래 지향적인 방향으로 진행되어야 합니다; 과거는 더 이상 미래를 나타내지 않습니다. CPI에 따르면 기후 자금은 2019/2020년에 비해 2021/2022년에 거의 두 배로 증가했습니다. CPI는 또한 이번 세기에 정상적인 시나리오를 추구하는 것과 관련된 추정 미래 손실이 엄청나다고 보고합니다. (2,328조 달러). 그러나 이러한 추정 손실 (1,266조 달러)의 절반 이상은 온난화를 1.5 °C로 제한함으로써 피할 수 있습니다. NMHS에서 제공하는 기후 서비스와 정보는 손실을 피하기 위한 이러한 전환에서 핵심적인 역할을 합니다. 기후서비스와 EWS에 대한 자금 지원은 지난 5년 동안 꾸준히 증가했지만: (i) 자원이 부족한 지역 (특히 아프리카)에서 NMHS의 역량을 키우고 (ii) 이 보고서에서 강조한 관측, 맞춤형 정보, 모니터링 및 평가 역량의 격차를 해소해야 합니다. (가치 사슬 요소의 진전 섹션 참조). 이런 방식으로 국가는 지역적 기후 문제에 더 잘 대처하고, 회복력을 향상시키고, 지속 가능한 발전을 지원할 수 있습니다.

94 Seneviratne, S. I.; Zhang, X.; Adnan, M. et al. Weather and Climate Extreme Events in a Changing Climate. In *Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Masson-Delmotte, V.; Zhai, P.; Pirani, A. et al. Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA, 1513-1766. doi:10.1017/9781009157896.013.

국가 기상 및 수문서비스가 NDC 3.0을 통해 기후 조치를 가속화하는데 핵심적인 역할을 하는 방법

파리협정은 각 당사국이 5년마다 NDC를 준비, 전달 및 업데이트 하도록 요구합니다. 지금까지 2015년과 2020년에 각각 NDC 1.0과 NDC 2.0으로 알려진 두 차례의 NDC가 제출되었습니다. 2025년 NDC 또는 NDC 3.0은 2035년까지의 이행 기간으로 준비되며, 두 가지 트랙을 포함합니다:

- 회복력과 적응 역량 향상;
- 2050년까지 저배출 경로 및 순제로.

NDCs 3.0은 세계가 회복력 있고 파리협정의 1.5 °C 온도 목표에 부합하는 글로벌 온실가스 배출 경로로 돌아갈지 여부를 크게 결정합니다.

새로운 세대의 NDC는 이전 NDC를 넘어 더 발전하여 실행을 주도하고 가능한 가장 높은 야망을 반영할 것으로 기대됩니다. NDC 3.0은 실행을 가속화하고, 자금을 확보하고, 국가 기후 및 투자 계획에 변화를 가져오고, 포괄적이고 투명하며 국가 주도의 이해관계자 참여를 통해 장기 저배출 개발 전략 (LT-LEDS)에 강력히 부합해야 합니다. 안정성 있는 기후 과학 정보는 적응 및 완화 노력을 정의하는데 필수적입니다.

그러나 자국의 권위있는 기상, 수자원 및 기후과학 정보의 국가적 출처인 NMHS는 종종 NDC 개발 또는 실행에 관여하지 않습니다.

NMHS는 국가 기후 과학 정보 활동을 조정함으로써 포용적인 NDC 수립 및 이행과정에 기여할 수 있습니다. 예를 들어 기후 정책 계획, 의사 결정 및 서비스에 필요한 시의적절하고 접근 가능하며 적용 가능한 기후 과학 정보를 개발하고 제공하는 역할을 할 수 있습니다. 이행을 가속화하기 위해서는 부처 간의 긴밀한 협력이 중요하며, 이는 기후적 및 비기후적 요인과 고품질 데이터셋을 기반으로 하는 변혁적인 적응, 완화 및 장기 경로의 공동 생산 및 공동 설계를 이끌어 낼 수 있습니다.

NDC는 공약을 실행으로 전환할 수 있는 적절한 자금 조달 메커니즘이 있는 경우에만 영향력이 있습니다. 따라서 NMHS가 기후 행동을 위한 기초 과학 정보를 제공할 수 있도록 하려면 재정 지원, 인정, 정책 공간 및 접근성이 증가해야 합니다. NMHS는 영향력 있는 NDC를 개발하는 데 중요한 자원이며, 기후 정책 행동을 위한 국가 주도 프로세스의 최전선에 서서 현장에서 공정하고 공평한 기후 행동을 지원해야 합니다.

데이터와 방법

WMO는 기후 서비스 이행 진행 상황을 평가하고 지원이 필요한 분야를 식별하기 위해, NMHS로 대표되는 회원으로부터 자율적으로 보고한 데이터를 수집합니다. 이 데이터는 WMO 기술위원회와 지역 협회에서 임명된 정부간 전문가들이 개발한 프레임워크를 기반으로 하며, 이는 제68차 WMO 집행 이사회와 제19차 세계기상총회에서 승인되었습니다.

이 보고서는 2024년 5월 현재 회원의 93%를 차지하는 179개 회원에 대해 현재 가용한 데이터를 사용하여 각국의 NMHS가 기후 서비스를 제공할 수 있는 역량을 평가합니다.⁹⁵ 이 데이터 세트에는 전세계 최빈개도국과 군소도서국의 64%가 포함됩니다. 또한 지난 5년간의 진행 상황을 추적하기 위해 2019년 데이터도 사용되었으며, 2019년과 2024년에 모두 데이터를 제공한 83개 회원을 포함합니다.

NMHS는 기후 서비스 가치 주기 전반에 걸친 기능적 역량을 다루는 설문조사를 통해 기후 서비스 제공 역량을 평가합니다. 이러한 기능적 역량은 거버넌스, 기본 시스템 및 관측, 사용자 인터페이스, 역량 개발, 기후 서비스 제공 및 적용, 사회 경제적 혜택 모니터링 및 평가의 6개 그룹으로 구성됩니다. 이러한 역량은 WMO 정부간 임명 전문가가 2019년에 개발한 정의된 기술 기준에 따라 기본, 필수, 전체 또는 고급으로 분류됩니다. 각 역량 수준에서 각 그룹 내에 있는 기능의 백분율은 NMHS의 역량과 요구 사항을 평가하고, WMO 기준에 따라 NMHS가 제공하는 전반적인 서비스 수준을 분류하는 기준을 제공합니다. WMO 및 ISO 표준에 기반한 품질 보증 절차는 기후 서비스 측면에 초점을 맞춘 일부 회원국이 이 데이터에 적용됩니다. 추가 검증은 WMO 지역사무소를 통해 이루어졌으며, 2023/2024년에 20개 회원국에서 수행된 국가 수문기상 진단 (2024년 수문기상 갭 보고서에서도 요약됨)을 통해 이루어졌습니다.⁹⁶ 2024년에 설립된 기후 서비스 역량 개발에 대한 WMO 전문가 팀은 WMO 기상, 기후, 수문, 해양 및 관련 환경 서비스 및 응용 위원회에서 기후 서비스 역량 수준을 검증하도록 위임 받았습니다.

NFCS 설립을 평가하는 데 사용된 데이터는 WMO에서 수집하고 영국 기상청과 협력하여 WMO와 파트너가 시행 중인 EU 자금 지원 ClimSA 프로젝트의 맥락에서 현재 회원의 51%인 98개 회원으로부터 얻은 정보를 기반으로 합니다.

이 보고서에서 회원국의 기후 정책 우선순위 분석은 2024년 5월 현재 UNFCCC에 제출된 NDC를 기반으로 합니다. 구체적으로 27개의 NDC 2.0과 184개의 NDC 1.0만 포함된 178개의 새롭거나 업데이트된 NDC⁹⁷를 분석하여 보고서에 통합했습니다. 또한 이 보고서에는 2024년 7월 현재 UNFCCC에서 제공한 NAP 분석이 포함되어 있습니다. 가장 치명적이고 비용이 많이 드는 기후, 물, 기상 관련 위험을 강조하기 위해 2024년 4월 4일에 액세스한 비상 사태 데이터베이스 (EM-DAT)의 재해 데이터도 활용했습니다.

투자 섹션에서는 기후(변화) 적응에 대한 기여, 특히 CREWS, SOFF, AFD, CPI, AF, GEF, GCF, World Bank, ADB, AfDB 및 IDB의 기후 서비스 및 조기 경보에 대한 기여를 설명합니다.

또한 이 보고서는 국제 개발 파트너와 NMHS가 제공한 사례 연구를 특징으로 하며, 기후 정보 서비스가 회복력에 어떻게 기여하는지 강조합니다. 또한 이 보고서는 지난 5년 동안 연례 기후 서비스 상태 복서에 포함하기 위해 WMO에 제출된 113건의 사례 연구를 분석한 결과를 제시하여 이러한 사례 연구에서 강조된 교훈을 추출하고 요구 사항을 파악합니다.

이 보고서에는 또한 NDC의 기후 정책 요구 사항,⁹⁸ 기후 서비스 역량, 1950년부터 2024년 4월 12일까지의 극한 기후에 대한 정보, 보고서 파트너가 투자한 기후 서비스 관련 투자에 대한 개요를 제공하는 심층적인 국가 프로파일도 포함되어 있습니다. 이러한 국가 프로파일은 WMO 회원 상임 대표가 지명한 국가 연락 담당자들에 의해 검증되었습니다. 이 보고서는 또한 영국 및 북아일랜드의 케임브리지 대학교와 스위스 제네바 캠퍼스의 웨스턴 대학교 학생들이 실시한 인터뷰 결과를 특징으로 하며, 변화의 동기, 기후 서비스 역량의 현재 상태, 성공을 위한 핵심 요인 및 각 회원국의 미래 전망을 강조합니다. 이 일련의 국가 프로파일은 지난 5년 동안 기후 서비스 역량에서 상당한 개선을 보인 회원국을 강조하고 이러한 성공 사례가 다른 국가의 발전에 어떻게 도움이 될 수 있는지 이해하는 데 도움이 됩니다.

95 WMO Capacity Development Strategy and Implementation Plan (WMO-No. 1133)

96 World Meteorological Organization (WMO). *Hydromet Gap Report 2024*; WMO: Geneva, 2024.

97 The updated NDC includes the updated first NDCs and the second NDCs

98 Grasso, V. F.; Dilley, M.; Delju, A. et al. A Methodology for Assessing Climate Services' Needs: West Africa Case Study. *Climate Services* 2021, 23. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2021.100252>.

부록. 사례연구

기후서비스에 의한 기후행동에서 회원국의 진전을 위한 주요 촉진 요인

2019년 첫 보고서 이후, 기후 서비스 현황 연례 보고서는 국가, 지역 또는 글로벌 규모에서 사회경제적 혜택을 위해 기후 서비스를 활용하는 성공적인 접근 방식을 보여주는 사례 연구를 제시했습니다. 지난 5년 동안 건강, 에너지, 위험 정보 및 조기 경보 시스템, 물, 농업, 식량 안보를 포함한 5개 부문에 걸쳐 113개의 사례 연구가 수행되었습니다.

사례 연구를 분석하여 기후 서비스의 발전을 이끈 핵심 요인을 파악했습니다. 나타난 핵심 지원 요소는 지역 협력 (예: 호주, 모리셔스, 몰디브, 세이셸, 트리니다드 토바고 사례 연구 참조), 기상 및 수문학을 위한 국가 예산을 보완 외부 투자 (예: 캄보디아, 라오스, 필리핀 사례 연구 참조) 및 사용자 참여 및 수요 (예: 아르헨티나, 에콰도르, 아일랜드, 바베이도스, 벨기에 사례 연구 참조)입니다.

올해는 2019년 이후 기후 정보 및 서비스 개발과 기후 행동 지원에서 NMHS의 진행 상황을 평가하기 위한 노력의 일환으로 이 113개의

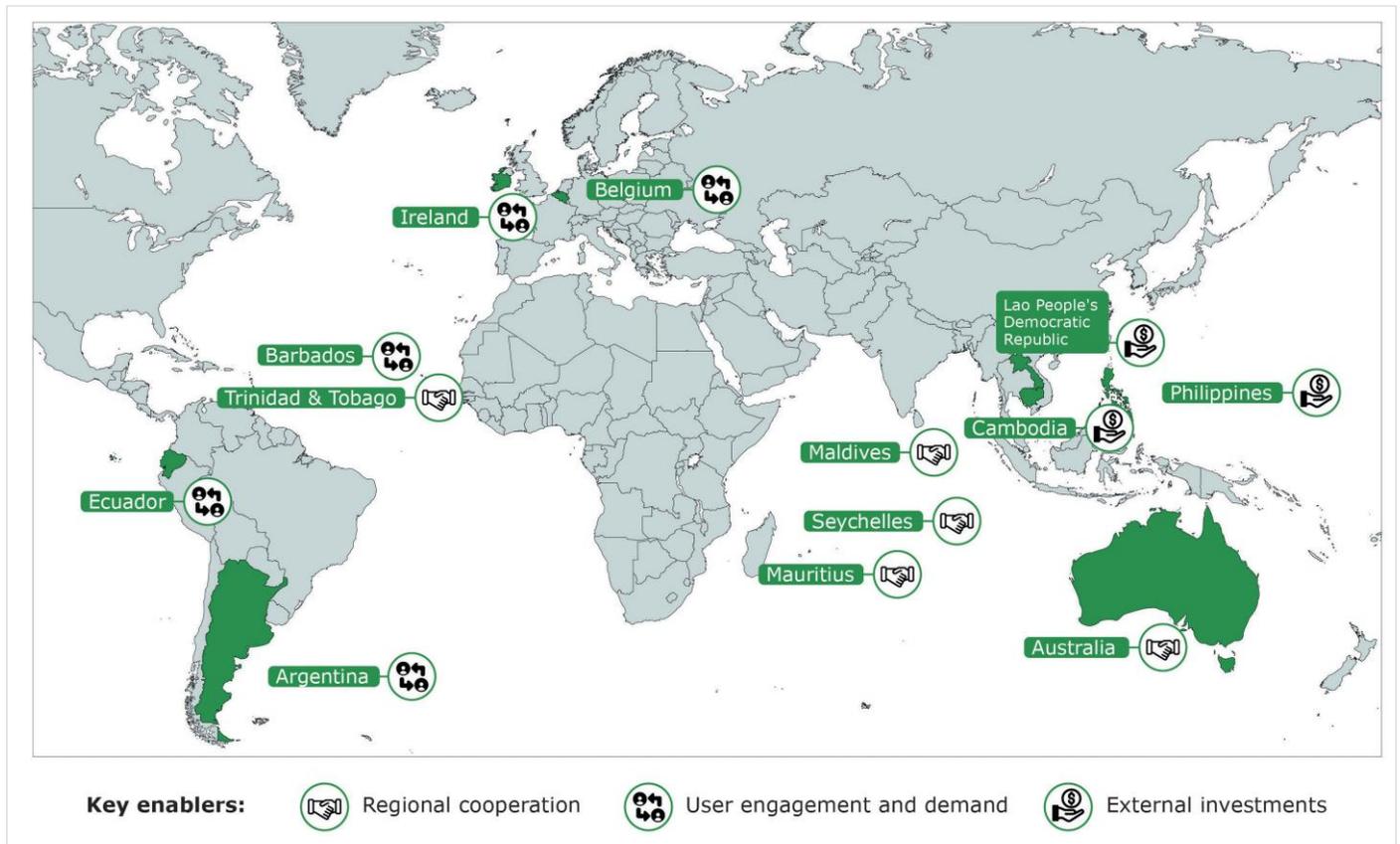


그림 A.1. 사례연구의 세계 지도

포커스 국가: 아프리카

모리셔스



Mauritius:
Climate Services Factsheet



Climate Extremes

Deadliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)

Costliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)



22 disasters



85 deaths



0.0026 Billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

- Tourism 🏖️
- Ecosystem and biodiversity 🌿
- Agriculture and food security 🌾
- Forestry 🌲
- Coastal Zones 🏖️
- Health 🏥
- Infrastructure 🏗️
- Disaster Risk Management 🚒
- Cross-Cutting 🔄
- Water 💧
- Climate services, early warning including Impact Based Forecasting

Climate services needs

To enhance resilience against climate change, Mauritius needs:

- Improved scientific understanding of climate change risks affecting coastal ecosystems, community health, disaster risk reduction, agriculture, food security, water and tourism.
- Enhanced forecasting, protection, and quality of water resources.
- Integrating enhanced climate services in climate change adaptation and into sectoral policies, particularly in agriculture, food security, disaster risk reduction, infrastructure, and health.

Early Warning needs

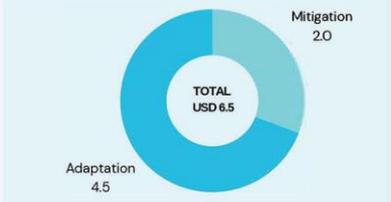
To improve early warning, Mauritius needs:

- Enhanced disaster preparedness and response mechanisms.
- Improved disease surveillance associated with climate change.
- Development and implementation of decentralized alert and rapid response mechanisms.

Mitigation target

Mauritius aims to achieve a **40%** conditional reduction in greenhouse gas emissions by 2030

Financial Needs in the NDC in USD billion



Adaptation 4.5 Mitigation 2.0

TOTAL USD 6.5

SDGs mentioned in the NDC



Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Basic	Essential
 Governance	Essential	Advanced
 Basic Systems	Basic	Basic
Observing Networks	Essential	Essential
Data management	Basic	Essential
Monitoring systems	Essential	Essential
Forecasting systems	Basic	Full
 User Interface	Less than basic	Essential
 Capacity Development	Advanced	Basic
 Provision and application of climate services	Full	Full
 Monitoring and Evaluation	Basic	Essential

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component

Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• CREWS South West Indian Ocean (SWIO)	2020-2025	\$ 800'000	Regional	Governance, Basic Systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services production, M&E
• Building Regional Resilience through Strengthened Meteorological, Hydrological and Climate Services in the Indian Ocean Commission (IOC) Member Countries	2021-2027	\$ 17846'521	Regional	Governance, Basic Systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services production, M&E
• Systematic Observations Financing Facility (SOFF)	2023-2024	\$ 147'575	National	Basic Systems, Capacity Development
• Focus Africa – WMO	2020-2024	\$ 1400'000	Regional	Basic Systems, Services Production, User Interface Platform
• Multi-Hazard Hydromet Early Warning & Capacity Building (FFGS – Global Coverage & EWS- F)	2024-2027	\$ 1090'686	Global	Governance, Basic Systems, Services Production, User Interface Platform
• CREWS EW4All multi-stakeholder accelerator in LDCs and SIDS	2024-2025	\$ 779'8 05.57	Cross-Regional	Governance, Basic Systems, Services Production, User Interface Platform

Mauritius Meteorological Services

Budget: 116,000,000 MRU / 2,929, 000 USD – 2021-2022

Data Sources:

EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

모리셔스는 지리적으로 작은 나라일 수 있지만 기후 서비스를 개선하려는 의지는 강합니다. 모리셔스는 EW4All 이니셔티브(실증된 진전 측면에서 선두 주자)뿐만 아니라 수문 순환 관측 시스템(HYCOS) 타당성 연구, 재해 위험 감소(DRR), 기후 위험 및 조기 경보 시스템(CREWS) 남서 인도양(SWIO) 프로젝트, 체계적 관측 자금 지원 기구(SOFF), 지역협회 I(RAI) 열대성 저기압 위원회, SWIO 기후 전망 포럼, WMO 위험기상예보 프로그램, 인도양 지역 개입 플랫폼 및 인도양 위원회/수문망 프로젝트에도 적극적으로 참여하고 있습니다. 모리셔스는 기후 서비스를 위해 막대한 양의 기술 및 재정 자원을 모았습니다. 의도한 대로 사용하면 이러한 자원은 가까운 미래에 모리셔스의 기후 서비스 역량을 크게 개선할 수 있는 잠재력이 있습니다.

변화 동기

모리셔스는 SWIO 지역에 위치한 126만명의 인구를 가진 군소도서국¹입니다. 이 나라는 특히 기후 관련 위험과 같은 글로벌 환경 위험에 크게 노출되어 있습니다. 이는 관광과 농업에 크게 의존하는 경제를 잠재적으로 방해할 수 있습니다. 사이클론으로 인한 연평균 경제 손실은 9,100만 미국 달러(USD)이고 홍수로 인한 경제 손실은 추가로 2,200만 미국달러입니다.²

기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)에 따르면, 모리셔스의 기후 관련 위험에는 열대저기압, 바람, 강우 및 홍수, 해수면 상승, 대기 및 해수면 온도 상승, 강우 패턴 변화가 포함됩니다. 이러한 위험은 모두 생계, 식량 안보, 경제 개발 및 인프라에 점점 더 큰 영향을 미칠 것으로 예상됩니다.³ 모리셔스는 1950년에서 2023년 사이에 21건의 재해를 겪었으며, 이로 인해 인구의 83%가 영향을 받았고, 피해액은 26억 달러가 넘었습니다.⁴

2024년 1월, 모리셔스는 두 가지 중대한 자연재해에 직면했습니다. 10,000명이 피해를 입은 사이클론 벨랄과 열대성 폭풍 캔디스입니다.⁵ 이러한 재해로 인해 섬 주변의 상당한 해양 잔해, 어선의 손상 및 침수, 대피 및 수천명의 농장주에게 영향을 미치는 작물 부문의 피해가 발생했습니다.⁶ 당시 정부는 홍수 및 폭우 예측 정보를 개선하기 위해 노력하고 있었지만, 이러한 사건은 기상, 수문 및 기후 서비스와 조기 경보 시스템(EWS)의 추가 개선이 절실히 필요하다는 것을 강조했습니다.

현황

2024년 1월 사이클론 벨랄과 열대성 폭풍 캔디스의 파괴적인 영향 이후, 모리셔스는 기존의 기상, 수문 및 기후 서비스를 개선하는 데 필요한 제도적 및 재정적 힘을 신속하게 결집한 것이 칭찬할 만 합니다. 예를 들어, 재무부는 기존 예측 도구를 보완하기 위한 제한 지역 모델과 폭풍 해일과 함께 갑작스러운 도시 홍수를 예측하기 위한 통합 홍수 모델을 포함한 새로운 서비스 개발에 자원을 할당했습니다. 이러한 정부 주도의 노력은 미국 국제개발처(USAID)의 갑작스런 홍수 예보 지원, 프랑스 개발청(AFD)의 기상 및 수문 서비스의 현대화, 유럽 연합(EU)의 기후 서비스와 재난 대비 역량 강화를 위한 자금 지원, CREWS SWIO와 SOFF의 자금 지원으로 보완되고 있습니다.

모리셔스는 2024년 초에 경험한 것과 유사한 결과를 피하려는 의지를 보여준 것 외에도 지난 10년 동안 기후 적응에 대한 명확한 정치적 의지를 보여주었으며, 2012년 국가 기후 변화 적응 정책 프레임워크와 2015년 NDC와 같은 국내 정책을 채택했습니다. 또한 기후 서비스와 관련된 내용을 포함하는 국가 적응 계획(NAP) 개발에도 노력해왔습니다.

중요한 점은 모리셔스 정부도 수문학적, 기상학적, 기후적 위험으로부터 국민을 보호하고 알리기 위해 많은 파트너의 기술적, 재정적 지원이 필요하다는 것을 인식했다는 것입니다. 다양한 평가와 행동 계획은 모두 기후 서비스 개발을 알리는 데 도움이 됩니다. 여기에는 2019년 Hydromet 및 HYCOS 타당성 연구, 2020년 재해 감소 이니셔티브(CARDRI) 재해 위험 관리 역량 진단, 2022년 실시된 CREWS 다중 위험 조기 경보 시스템(MHEWS) 진단, 2023년 개발된 EW4All 평가 및 로드맵, 국가 Hydromet 진단(CHD)(개발 중)이 포함됩니다. 이러한 작업들은 개발 파트너(AFD, 인도양 위원회, 세계은행, 세계기상기구, 유엔 재해 위험감수 사무국(UNDRR), 국제전기통신연합(ITU), 국제적십자사 및 적신월사 연맹(IFRC))와 함께 가치 사슬 전반에 걸쳐 국가 및 지역 기관의 의견을 수렴하여 공동으로 개발되었으며, 이니셔티브를 추진하고 투자를 유도하며 기후 서비스를 강화하기 위한 전략적 가이드 역할을 합니다.

1 <https://www.imf.org/en/Countries/MUS>

2 Simpson, A. L.; Philips, E.; Balog, S. et al. *Disaster Risk Profile: Mauritius*; World Bank Group: Washington, 2016. <http://documents.worldbank.org/curated/en/745951492576843300/Disaster-risk-profile-Mauritius>.

3 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Working Group I Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*; Stocker, T. F.; Qin, D.; Plattner, G.-K. et al., Eds.; Cambridge University Press: Cambridge, UK and New York, USA, 2013. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/>.

4 Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (CRED). *EM-DAT International Disaster Database*. <https://www.emdat.be/>.

5 Atlas Magazine. *Cyclone Belal in Réunion Island: 108.3 Million USD in Insured Losses*; Atlas Magazine, January 2024. <https://www.atlas-mag.net/en/natural-disasters/cyclone-belal-in-reunion-island-1083-million-usd-in-insured-losses>.

6 Government of Mauritius, 2024

모리셔스는 이미 GCF, EU, USAID, AFD, CREWS 및 SOFF가 주로 자금을 지원하는 AFD-EU-GCF Hydromet 프로젝트에서 약 1,400만 유로 (EUR)를 확보했고 EU Resilience Building and Disaster Management 프로젝트에서 680만 유로를 확보했습니다. 총 약 2,000만 달러에 달하는 이 기금은 이미 EW4All 로드맵을 구현하기 위해 사용할 수 있습니다. 모리셔스는 이 로드맵의 개발 및 구현에 신속하게 조치를 취함으로써 EW4All 이니셔티브가 제공하는 기회를 최대한 활용하여 국가 간의 트렌드 세터 역할을 하고 다른 국가가 기후 서비스 역량을 강화하고 자금을 확보할 수 있는 길을 열었습니다.

성공을 위한 핵심 요소

2024년 모리셔스에서 기회의 창이 열렸는데, 이는 수단 (EW4All과 함께 개발 파트너가 제공하는 자원)과 동기 (최근 자연 재해의 파괴적인 영향)의 융합으로 만들어졌습니다. 모리셔스는 이 기회를 최대한 활용하여 다음을 통해 진전을 위한 토대를 성공적으로 마련했습니다:

- 기후 서비스의 계획, 개발 및 구현에 있어 여러 수준과 부문에서 협력하려는 의지;
- EW4All의 모든 필라를 포괄하는 로드맵 개발;
- EWS를 통해 기후 서비스를 개선하기 위한 총체적 접근 방식;

- 운영 및 유지 관리 비용을 충당하기 위한 지속 가능한 금융 시스템에 대한 장기 계획과 함께 국가 재정 자원으로 기후 서비스에 투자하려는 정부의 의지. 이러한 성공요인 덕분에 모리셔스는 EW4All에서 선두를 달릴 수 있었습니다.

밝은 미래

모리셔스는 아직 이러한 다양한 이니셔티브를 구현하는 초기 단계에 있지만, 지금까지 약속한 기술 및 재정 지원이 의도한 대로 사용된다면 가까운 미래에 기후 서비스 역량을 크게 개선할 수 있는 잠재력이 있습니다. 정부는 2024년 CREWS의 지원을 받아 기후 서비스를 위한 국가 프레임워크 (NFCS)와 모리셔스 기상청 서비스 (MMS)를 위한 전략 계획을 시작할 것입니다. 이는 서비스 제공을 개선하고 제도를 강화하는 데 도움이 될 것입니다. 모리셔스 기상청의 청장인 Raj Booneeady 박사는 또한 다음과 같은 우선 순위 분야를 확인했습니다. 기후 서비스에서 발생하는 사회 경제적 혜택의 정량화, 공공-민간 파트너십 육성, 맞춤형 솔루션을 추진하기 위한 연구 개발 투자. 이러한 노력은 기후 서비스에 대한 헌신과 자연 재해에 대한 회복력을 강조합니다.

EW4All 이니셔티브는 MHEWS 가치 사슬 전반에 걸쳐 투자와 행동을 동원하고 조정하는 데 도움이 됩니다. 기후 적응에 대한 입증된 정치적 의지, EW4All 이니셔티브에서의 입증된 리더십, 그리고 다양한 출처에서 확보한 충분한 자금으로 모리셔스는 이를 실현할 자원과 동기를 모두 갖추고 있습니다. 이제 우리는 실행을 간절히 기다려야 합니다.



Photo: Annie Spratt

프로젝트 사례 연구

기후 위험 및 조기 경보 시스템 남서인도양 지역 프로젝트

도전과제

SWIO 지역은 기후변화와 사이클론, 폭풍, 폭풍해일, 홍수를 포함한 수많은 위험에 매우 취약합니다. 현재 이러한 위험의 영향을 받는 인구는 이 지역의 5개국 (코모로, 마다가스카르, 모리셔스, 세이셸, 모잠비크)에 걸쳐 1,440만 명으로 추산됩니다. 그러나 중장기적으로 기후변화로 인해 더 강력한 사이클론의 빈도가 증가함에 따라 이 숫자가 증가할 것으로 예상됩니다. 모잠비크만 해도 2019년에 사이클론의 영향을 두 번 받았으며, 인구의 절반 이상이 기후 관련 충격에 취약합니다. 모리셔스는 해안 침수와 폭풍 해일로부터 지역 사회를 보호하는 데 있어 끊임없는 과제에 직면해 있습니다. 마찬가지로 세이셸은 지속적으로 폭우와 홍수의 영향을 받고 있습니다. 그러나 이 지역의 개별 국가의 적응 능력은 여전히 제한적입니다. 이러한 맥락에서 다중 위험, 영향 기반, 위험 정보 및 사람 중심의 조기 경보 시스템을 강화하여 지역 사회와 경제 부문의 회복력을 강화하는 것이 매우 중요합니다.

접근방식

수치 기상 예보를 위한 단계적 예보 모델의 원칙에 따라 이 프로젝트는 지역 수준에서 글로벌 모델 출력에 대한 접근 및 최적 사용, 국가 기관에서 보다 정확한 지역 출력에 대한 접근 및 최적 사용, 글로벌 모델에서 보다 나은 지역적 관찰에 대한 접근을 지원합니다.

규모의 경제성을 활용하여 이 프로젝트는 국가 기관에서 기술적 및 인적 역량을 이전하고 구축하고 5개국의 기후 적응 및 예방, 비상 대비 및 대응을 개선하기 위한 지역 센터의 역량 강화에 중점을 둡니다. 보다 정확하게 말하면, 이는 기존 협력 프레임워크를 강화하고 각 수혜국에서 보급, 비상 계획 및 대응 역량을 지원하여 (i) 국가 수문 및 기상서비스의 역량을 지속 가능하게 증가시키고, (ii) 해당 지역의 기상 및 수문 예보와 기후 예측에 사용 가능한 자원을 보다 최적으로 활용할 수 있도록 하고, (iii) 조기 경보에 참여하는 이해관계자들에게 제공되는 서비스를 개선하는 것입니다. 특히 시민 보호, 도시 개발, 농업 및 취약 계층에 중점을 둡니다.

결과

모리셔스, 세이셸, 코모로 및 지역차원에서 격차 평가를 수행함으로써, 각국이 효과적인 조기 경보 시스템을 구축하는데 직면한 도전에 대해 더 잘 이해할 수 있게 되었습니다. 이를 통해 프로젝트가 조치를 취해야 하는 조기 경보 - 조기 조치 가치 사슬 영역에 대한 명확한 지침이 제공되었습니다.

단계적인 원칙을 추진하기 위해, 기후 및 기상 모니터링과 예보를 지원하기 위해 두 개의 지역 센터가 인증되었습니다. 이를 통해 프로젝트에 포함된 모든 국가에서 열대성 사이클론과 가뭄에 대한 예보와 경보가 제공될 수 있게 되었습니다.

국가 차원에서 경보 전달, 비상 계획 수립 및 대응 역량을 개선하기 위한 활동이 수행되었습니다. 그 결과, 마다가스카르는 공통 경보 프로토콜 (CAP)을 통해 경보를 전달하고, 모잠비크 카보 델가도 지방의 두 개의 하류 유역에서 위험 정보가 향상되었습니다. 세이셸에서는 재난 위험 관리 정책을 개정하여 예측과 조기 대응 간의 연계를 강화했으며, 이는 세이셸 기상청 (SMA)의 새로운 전략 계획에 통합되었습니다. 이 전략 계획의 초안 작성은 CREWS 프로젝트의 지원을 받았습니다. 마지막으로, NMHS에 제공된 역량 강화 지원은 예보와 경보의 리드타임, 신뢰성 및 정확성을 개선하는 데 중요한 역할을 했습니다.

한계와 교훈

프로젝트가 지원하는 조기 경보의 원활한 접근 방식은 목표 국가들에 실제로 유익한 결과를 가져왔습니다. 이 프로젝트는 지역 협력을 촉진함으로써 규모의 경제를 활용하고, 지역적으로 비용 효율적인 수문 기상 시스템 개발에 기여하고 있습니다. 이러한 접근 방식은 또한 지역 내 국가들 간의 상호 학습 기회를 제공하고, 동료 간 지원 시스템을 촉진합니다. 예를 들어, 남서 인도양 기후 전망 포럼 (Southwest Indian Ocean Climate Outlook Forum)은 국가 NMHS에게 장기 예보, 기후 모니터링 및 데이터 서비스와 관련하여 지역 차원의 지침을 제공합니다. 구체적으로는 (i) Southwest Indian Ocean Climate Outlook Forum의 거버넌스 강화, (ii) SWIO 지역을 위한 맞춤형 기후 서비스 툴킷 개발, (iii) SWIO RCC 네트워크 개발, (iv) 연례 워크숍 개최에 중점을 둡니다.

성공요인

프로젝트의 성공적인 이행을 촉진한 중요한 요소 중 하나는 실행 파트너들 간의 강력한 협력과 기존 프로젝트의 활용이었습니다. 모리셔스에서는 CREWS의 세 가지 실행 파트너 (WMO, UNDRR, 세계은행)가 MHEWS (모바일 기반 조기 경보 시스템)의 현황에 대한 상세하고 협력적인 진단을 수행하고, 국가 및 지역 우선 상황에 대한 명확한 지침을 정의했습니다. 마찬가지로, Hydromet 프로젝트와 같은 다른 프로젝트와의 조정도 촉진되었습니다. 이 맥락에서 두 프로젝트의 범위를 명확히 함으로써 활동 중복을 방지하고 상호 보완성을 높일 수 있었습니다. 이러한 협력은 세이셸에서도 관찰할 수 있습니다. CREWS는 세이셸 기상청 전략 계획 초안을 지원한 반면, 노르웨이 자금 지원 프로젝트는 기상청 웹사이트 개발을 지원했습니다.

파트너

CREWS

프로젝트 사례 연구

모리셔스는 어떻게 더 나은 계절 예측을 통해 물 관리를 개선하고 있나

도전과제

기후 패턴 변화, 특히 강수의 공간적 및 시간적 분포 변화는 모리셔스에 영향을 미쳤습니다. 이는 물과 식량 안보에 민감한 분야의 이해관계자들 사이에서 고해상도 기후 정보를 계절적인 시간 규모에서 의사 결정 및 계획 과정에 통합하려는 관심을 높였습니다. 이러한 변화는 FOCUSAfrica 프로젝트 하에 계절 예보 프로토타입 개발을 위한 연구 및 개발을 촉진했으며, 이는 온도와 강수에 대한 기존의 지역 관측 기록을 활용하고 있습니다. 목표로 하는 계절 예보 시스템의 개발은 모리셔스 기상청의 예보 능력을 향상시키는 것뿐만 아니라, 주요 커뮤니티 이해관계자들이 정보를 전달받고 활용하는 방법을 개선하는 것을 목표로 합니다.

모리셔스의 농업 부문은 작물과 가축 농업을 포함하며, 이미 물 부족, 사이클론 또는 갑작스러운 홍수로 어느정도 영향을 받고 있습니다. 가뭄 동안, 물 자원의 개선된 관리가 농민들의 물 제한을 최소화하는데 도움이 될 수 있습니다. 또한 불규칙한 강수 패턴은 농업 생산에 20%-30% 정도의 상당한 감소를 초래할 것으로 예상됩니다.⁷

접근방식

강수량, 최고 및 최저 기온, 우기의 시작 및 종료, 잠재 증발량 (PET) 및 표준화된 강수량 지수 (SPI)에 대한 계절별 예보는 수자원 관리 개선에 기여하는 귀중한 도구이자 기후 정보입니다. 기후 서비스에 참여할 이해 관계자로는 수자원부 (WRU), 소규모 농가 복지 기금, 모리셔스 사탕수수 산업청, 식품 및 농업 연구 및 확장 연구소 (FAREI), 관개청이 있습니다.

일부 이해관계자는 관개시설과 같은 인프라를 계획하는 데 과거 기후 데이터를 사용합니다. 어떤 경우에는 사탕수수와 같은 장기 작물 품종 선택이나 소규모 농가의 계절별 수확량 예측에 사용됩니다. 모리셔스 기상청의 사후 분석은 전적으로 기후 정보에 기반하지는 않지만, 기후위험과 관련된 손실에 대한 보험 지급 및 농부 보상에도 도움이 됩니다. 예보를 사용하면 관개를 보다 효율적이고 생산적으로 만드는 국가의 목표를 달성하는 데 도움이 될 수 있습니다. 기후예측은 소규모 농장 인프라와 작물 재배의 기후변화에 대한 회복력을 강화할 수 있으며, 이는 이미 모리셔스가 파리협정 이전에 제출한 NDC(Mauritius Intended Nationally Determined Contribution (INDC))에 설명된 우선순위입니다. (2015)

강수량 및 기온 예측과 파생된 가뭄 지수는 사용자 커뮤니티에서 개발될 맞춤형 계절 예측 정보 중에서 우선순위로 지정되었습니다. 이해관계자의 기후 정보 요구에 대응하여 사례 연구에서 시작된 계절 예측 시스템의 연구 개발은 통계적 다운스케일링과 공개적으로 사용 가능한 저해상도 예측 데이터의 역학적 다운스케일링이라는 두가지 접근 방식을 사용했습니다. 통계적 다운스케일링의 경우 연구 개발 노력은 파이썬 프로그래밍 언어 기반 스크립트를 사용하여 다중 모델 데이터 수집, 다운스케일링 및 평가가 가능한 완전 자동화된 파이프라인을 만드는 데 집중했습니다. 역학적 다운스케일링 노력은 현업 예측에 사용할 기상 연구 및 예측 (WRF) 모델 기반 사후 예측 및 예측의 배포에 집중했습니다.

결과

다운스케일링 시스템의 첫 번째 버전은 모리셔스 기상청에서 테스트 운영을 위해 배포될 예정입니다. 계절 예측 시스템의 초기 출력은 또한 물 및 식량 안보 이해 관계자와 공유되어 전달 방법과 프로세스를 조정하는 데 대한 추가 의견을 구할 것입니다.

WRU와 FAREI는 고해상도 계절 예측을 사용하여 의사 결정 프로세스를 알리고 제3자가 정보에 입각한 결정을 내리는 데 도움이 되는 조언을 제공하여 궁극적으로 물 및 농업 부문의 기후 변화 회복력을 지원할 것으로 예상됩니다.

FAREI로부터 시작되어, 고해상도 계절예측은 계절 게시판과 같은 기존 정보에 통합될 것으로 예상되며, 농부에게 적응 조치에 대한 조언을 제공할 확장자를 교육하는 데 사용될 것입니다.

모리셔스의 수자원 부문은 강수량과 기온 예보를 포함한 6개월 계절 전망을 사용합니다. WRU는 또한 기상청이 작성한 3개월 롤링 3분위수 예보를 사용합니다. WRU는 이미 이러한 계절 예보를 사용하여 댐 방류 및 부족한 지역과 다양한 이해관계자들에게 물을 할당하기 위한 운영을 계획하고 있습니다. 강수량과 기온에 대한 고해상도 계절 예측과 상대 습도 및 태양 복사와 같은 예측해야 할 새로운 변수의 도입은 (i) 정보의 정확성, (ii) 의사 결정에 대한 예측 통합 빈도 및 (iii) 의사 결정의 질을 높일 것으로 예상됩니다.

파트너

WMO

⁷ Mauritius Academy of Science and Technology (MAST). *Empowering Food Security in Mauritius: Advancing Crop and Livestock Production*; Inter-academy Partnership, 2024. <https://www.interacademies.org/publication/empowering-food-security-mauritius-advancing-crop-and-livestock-production-overview>.

포커스 국가: 아프리카

세이셸



Seychelles:
Climate Services Factsheet



Climate Extremes

Deadliest hazards:
Flood

Costliest hazards:
Tropical cyclone



4 disasters



5 deaths



0.000014 Billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

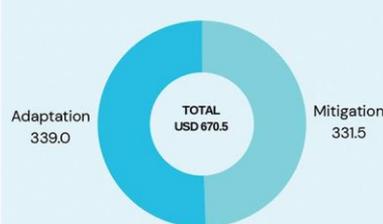
- Agriculture 🌾
- Coastal Zones 🌊
- Cross-Cutting 🔄
- Disaster Risk Management 🚨
- Health 🏥
- Ecosystem 🌿
- Forestry 🌲
- Gender ♀
- Tourism 🏖️
- Transport 🚗
- Urban 🏙️
- Water 💧

Climate services needs

To enhance resilience against climate change, Seychelles needs to:

- Strengthen technical and institutional capacity for monitoring and research of climate change
- Improve the quality of forecasts, early warning systems, and climate information services.

Financial Needs in the NDC in USD Million



Adaptation 339.0 Mitigation 331.5

TOTAL USD 670.5

Mitigation target

Seychelles aims to commit to conditionally reduce economy-wide emissions by **26.4%** compared to business-as-usual to achieve a decarbonized net-zero emissions economy by 2030

Early Warning needs

To improve early warning, Seychelles needs to:

- Develop early warning systems that enable prompt action to mitigate the impacts of climate hazards on health and wellbeing.
- Strengthen early warning systems and enhance capacity in coastal areas.
- Build capacity to monitor risks and hazards related to climate impacts.

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Basic	Essential
III Governance	Advanced	Advanced
IV Basic Systems	Basic	Essential
Observing Networks	Less than basic	Essential
Data management	Advanced	Advanced
Monitoring systems	Basic	Essential
Forecasting systems	Basic	Essential
UI User Interface	Basic	Essential
CD Capacity Development	Less than basic	Basic
PA Provision and application of climate services	Basic	Essential
ME Monitoring and Evaluation	Basic	Basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component

Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• Supporting regional cooperation to strengthen seamless operational forecasting and multi-hazard early warning systems at national level in the South-West Indian Ocean	2020-2025	\$ 8000'000	Regional	Governance, Basic Systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services Production, M&E
• Building Regional Resilience through Strengthened Meteorological, hydrological, and Climate Services in the Indian Ocean Commission (IOC) Member Countries	2022-2027	\$ 17,846,521	Regional	Governance, Basic Systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services Production
• Systematic Observations Financing Facility (SOFF)	2023-2024	\$ 129'200	National	Basic Systems, Capacity Development
• Multi-Hazard Hydromet Early Warning & Capacity Building (FFGS - Global Coverage)	2023-2027	\$ 163'603	National	Governance, Basic, Systems, Services Production, User Interface Platform

Seychelles Meteorological Authority

Budget: 1,030,260 USD - 2021

Data Sources:

EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

세이셸은 기상 서비스를 기관으로 제도화하고 지속 가능한 재정 메커니즘을 구현하며, 지역 협력에 대한 확고한 의지를 보이고, 새로운 전략 계획에 명시된 미래 계획을 통해 남서 인도양 (SWIO)에서 기후 서비스를 발전시키고 있습니다. 이러한 요소들은 세이셸이 군소도서국 기후 서비스 발전에서 강력한 영향력을 발휘할 수 있도록 준비시켰습니다.

변화 동기

세이셸은 SWIO 지역에 흩어져 있는 약 115개의 섬으로 구성된 섬 공화국입니다. SIDS로 분류된 세이셸은 최근 몇 년 동안 엄청난 경제 성장을 이루었으며, 2015년에 고소득 국가로 지정되었습니다. 이는 지금까지 사하라 이남 아프리카에서 유일하게 이 지정을 받은 국가입니다. 그러나 경제의 대부분은 관광과 어업에 의존하고 있으며, 이는 본질적으로 기후 위협에 취약합니다. 기온과 해수면 상승, 홍수, 해안 침식, 열대성 정기압을 포함한 기후 관련 위험은 국민과 경제를 위협에 빠뜨립니다. 섬 전체에 미세기후가 존재하기 때문에 상황은 더욱 악화되어 정확한 기후 정보를 얻는 것이 어렵습니다.

복잡한 기후 문제로 인해 세이셸에서 기후서비스에 대한 수요가 증가하고 있습니다. 이러한 기후 변화로 인해 사회 전반에 만연하고 증가하는 두려움이 발생하면서 국가는 중요한 부문 전반에 걸쳐 기후 서비스를 개선하는 데 더욱 집중하게 되었습니다. 여기에는 세이셸이 주요 수원국으로 강우에 의존하기 때문에 가장 중요한 관심사로 떠오르고 있는 수자원 관리, 국가 경제의 초석인 관광, 기후 서비스가 수익성 있는 수익원을 제공하고 회복력을 강화할 수 있는 해양 부문이 포함됩니다.

“우리는 [세이셸 기상청은] 정보를 제공해야 한다는 엄청난 압박을 받고 있습니다. 우리는 항상 우리의 게임에서 최고가 되어야 합니다.”

Vincent Amelie, Chief Executive, 세이셸 기상청 (SMA)

현황

세이셸에서 기후 서비스는 선원과 항공의 요구에 부응하기 위해 처음 개발되었습니다. 오늘날, 세이셸 기상청은 이 사명을 확장하여 광범위한 기상 서비스를 제공하고 있습니다. 그러나 기상청은 비교적 최근에 설립된 기관으로, 2015년 세이셸 기상법에 의해 2017년 11월에 창립되었습니다. 이 기관이 설립되기 전에는 기상 세이셸 국가기상서비스(SNMS)에서 제공되었으며, SNMS는 더 큰 부서 내의 작은 부서에 불과했습니다. 즉, SNMS는 권한이 매우 제한적이었습니다. 따라서 기상청의 설립은 중대한 변화였으며, 기상 서비스를 종속적인 부서에서 지역 자치제로 격상시켜 자율성과 의사 결정 권한을 강화한 중요한 전환점을 의미합니다. 기상청은 항공, 육상, 해운, 관광, 농업 등 다양한 사회경제적 분야에 걸쳐 포괄적인 기상 서비스를 제공하며, 생명과 재산을 보호하고 국가 발전을 촉진하는 데 힘쓰고 있습니다.

세이셸은 항공과 항해를 넘어 기후 서비스를 확장하고 기상청을 설립하는 데 중요한 진전을 이루었으나, 여전히 운영 비용에 대한 보다 세밀한 이해가 필요한 등 여러 가지 도전 과제가 남아 있습니다. 2024년 4월에 발표된 기상청의 새로운 전략 계획은 이러한 부족한 부분을 해결하는 것을 목표로 하며, 세이셸의 기상 능력을 강화하기 위한 야심찬 목표를 제시하고 있습니다. 이 계획은 규제 강화, 더 큰 위임된 권한, 공공-민간 파트너십 탐색을 통해 세이셸 기후 서비스의 장기적인 지속 가능성과 효율성을 보장하고자 합니다. 또한 세이셸의 기후서비스 목표를 향한 선견지명이 있는 접근 방식을 강조하는 세 가지 핵심 전략을 제시합니다:

- 비용 인식 (기상청이 기후 정보를 제공하는데 드는 비용을 인식하도록 보장);
- 자원 분배(이 지식을 바탕으로 예산이 충분한지 확인);
- 기후서비스의 확장 및 개선 (계획은 기상청의 미래지향적이고 광범위한 기후 서비스 목표를 강조).

성공요인

세이셸은 지역 협력과 재정적 통찰력을 활용하여 자체 및 이웃 국가의 기후 서비스를 발전시키기 위해 노력하고 있습니다. 동시에 기후 서비스 발전에 있어 자립을 구축하여 개발 지원의 수명보다 오래 지속되는 자체 및 다른 국가의 미래를 확보하고 있습니다.

세이셸의 기후 서비스 향상은 지역 이니셔티브에 대한 적극적인 참여로 촉진되었습니다. 여기에는 2019년 HYCOS 타당성 연구, 2020년 수행된 CREWS MHEWS 진단, 2023년 시작된 AFD-EU-GCF Hydromet 프로젝트와 같은 다른 SWIO 국가와의 협력 노력이 포함되어 세이셸은 상당한 국제 자금을 모으고 기후 서비스 발전을 위한 교육 자원을 모을 수 있었습니다. 기상청장 아멜리씨는 이러한 공동 발전에 대한 기상청의 헌신을 강조하며, “만약 이 모든 프로젝트가 목표를 잘 달성하고 있다면, 모든 국가가 세이셸처럼 잘 할 수 있다고 생각합니다.”라고 말하며 기상청의 집단적 발전에 대한 의지를 강조했습니다.

세이셸은 국제 자금이 영원히 지속되지 않을 것임을 인식하고 있습니다. 이를 대비하기 위해, 세이셸은 항공 기상 서비스에서 비용 회수와 같은 재정적으로 현명한 상업화 메커니즘을 개발했습니다. 이 수익원은 5년 동안 운영되어 왔으며, 현재 기상청 예산의 약 20%를 차지하고 있어 기관의 자금을 확장하고 정부로부터의 재정적 독립을 촉진하고 있습니다. 동시에 세이셸은 국제 자금을 신중하게 활용할 것을 다짐하며, 새로운 방법을 고안하기보다는 SWIO 지역 전역에서 도구를 공유하는 것을 우선시하고 있습니다. 이는 국제 자금을 효율적으로 활용하겠다는 의지를 보여줍니다.

밝은 미래

세이셸은 지역적 헌신과 재정적 통찰력 덕분에 기후 서비스 분야에서 독특한 발전을 이루어 왔습니다. 이러한 강점은 앞으로 몇 년 동안 계속해서 세이셸의 기후 서비스를 강화하는 데 기여할 것으로 예상됩니다. 'Hydromet 프로젝트'와 '모두를 위한 조기 경보 (EW4All)' 이니셔티브와 같은 노력들이 세이셸의 기후 서비스를 개선하는 데 중요한 역할을 하고 있습니다. 현재 진행 중인 지속 가능한 비즈니스 모델을 개발하면 기후 서비스를 제공하기 위한 충분한 자금이 확보될 것입니다. 다양한 주체들, 투자들, 그리고 강력한 국가적 리더십을 고려할 때, 최근의 MHEWS 국가 진단을 활용하여 세이셸은 EW4All 이니셔티브에서 진전을 이룰 수 있을 것으로 확신하고 있습니다

물질적 및 인적 역량 부족은 현재 세이셸의 기후 서비스 발전을 제한하는 가장 시급한 장애물입니다. 다행히도 Hydromet 프로젝트는 이러한 역량을 강화하고자 합니다. Hydromet은 또한 세이셸 기상

청이 미래의 최우선 과제로 지정한 NFCS의 설립을 지원할 것으로 예상됩니다.

5년 전만 해도 기후 서비스가 국가 정책에 포함되는 것은 “전혀 고려되지 않았다” (Mr. Amelie)고 하지만, 현재 기후서비스의 가시성은 증가하고 있으며, 가장 최근의 국가적으로 정의된 NDC (NDC, 2021, 7.2절)에서는 조기경보시스템과 기후 정보 서비스의 중요성을 언급하고 있습니다. 이는 국가 차원에서 기후 서비스의 우선순위를 두기 위한 유망한 시작을 의미하며, 세이셸이 역량 부족 문제를 극복하면서 그 중요성이 더욱 커질 것으로 예상됩니다.

세이셸이 앞으로 나아갈 방향을 정하면서, 지역 프로젝트와 세이셸 기상청 활동 간의 시너지는 기후 서비스에서 더 많은 발전을 이루게 할 것이며, 국가의 유엔 지속 가능한 개발 목표 (SDG) 뿐만 아니라 더 광범위한 SWIO 지역에도 도움이 될 것입니다.

포커스 국가: 아시아

캄보디아

프로젝트 사례 연구

캄보디아 기후 정보 및 조기 경보 시스템 강화 프로젝트: 기후 탄력적 개발 및 기후변화 적응 지원

도전과제

캄보디아는 홍수, 가뭄, 폭풍 등 기후 관련 재해에 대한 취약성이 높습니다. 이 나라의 조기경보시스템은 기상 및 수문 모니터링 인프라 부족, 데이터 처리 부족, 그리고 제한된 정보 전달 능력으로 인해 지역사회와 여러 분야가 기후 관련 재해에 대비하지 못했습니다. 이 프로젝트는 국가의 기후 관련 재해를 모니터링하고 예측하며 대응하는 능력을 강화하여, 재해 대비와 회복력을 개선하는 데 중점을 두었습니다.

접근방식

이 프로젝트는 캄보디아의 기후 관측 인프라를 강화하는 데 중점을 두었으며, 새로운 기상 및 수문 관측소를 설치하고 기존의 관측소를 업그레이드하며, 상층 기상 관측소를 구축했습니다. 또한 위험 지도 작성 및 예측 도구를 개발하고, 맞춤형 기후 정보 서비스를 제공하며, EWS 유지 관리를 위한 기관 역량을 강화했습니다. 이 프로젝트는 또한 지역 사회 기반 접근법을 포함하여, 기후 데이터 모델링 및 예측 분야의 주요 인력을 대상으로 한 교육 프로그램을 운영했습니다.

결과

이 프로젝트의 주요 성과로는 자동 기상 관측소 24개와 수문 관측소 29개 설치, 기후 모델링 전문가 29명 이상 교육, 8개 주에 가뭄 정보 서브 설립 등이 있습니다.⁸ 또한 1,300명 이상의 농부가 가뭄-저항 기술 교육을 받았고, EWS1294 전화 서비스⁹에 24,628명 이상의 신규 가입자가 추가되어, 이제 다중 채널 보급(예: 라디오 및 SMS 방송,

공공 확성기 등)도 가능해졌습니다. 마찬가지로 23명의 “여성 챔피언”이 재해 위험 감소 및 EWS 교육을 받았고 3개의 국가 기후 전망 포럼 (“몬순 포럼”)이 개최되었습니다. EWS를 위한 국가 프레임워크와 표준 운영 절차 (SOP)를 개발하면서 이해 관계자 간의 의사 소통과 조정이 개선되어 기후 관련 위험에 대한 지역 사회의 회복력이 강화되었습니다.¹⁰

한계와 교훈

이 프로젝트는 조달 지연, 여러 이해관계자 간의 협력 문제, 기관 간 데이터 공유, 그리고 제한된 지역 기술 역량 등의 도전 과제가 있었습니다. 주요 교훈은 지속적인 교육과 역량 개발의 중요성, 간소화된 조달 절차, 그리고 프로젝트 초기부터 지역 사회를 적극적으로 참여시켜 EWS의 소유권과 효과적인 활용을 보장하는 것의 중요성을 강조했습니다.

성공요인

성공요인에는 강력한 정부 지원, UNDP와 같은 국제 파트너와의 효과적인 협업, EWS에 커뮤니티 기반 전략을 통합한 것이 포함되었습니다. 역량 개발과 강력한 제도적 프레임워크는 프로젝트 목표를 달성하고 장기적 지속 가능성을 보장하는 데 필수적이었습니다.

후원 및 실행 파트너

Global Environment Facility (GEF), UNDP

8 United Nations Development Programme (UNDP). *Weather Stations, Women Champions and Water Management: Changing the Face of Early Warning in Cambodia*; UNDP: Phnom Penh, 2020. <https://www.adaptation-undp.org/resources/highlights/final-project-book-weather-stations-women-champions-and-water-management-english>.

9 <https://www.peopleinneed.net/cambodias-early-warning-system-1294-8693gp>

10 <https://www.adaptation-undp.org/resources/videos/project-results-strengthening-climate-information-and-early-warning-systems>

포커스 국가: 아시아

라오스 인민 민주공화국

프로젝트 사례 연구

캄보디아와 라오스의 기상 및 수문서비스 역량강화와 조기경보시스템 개선

도전과제

캄보디아와 라오스는 메콩 하류 지역에 위치해 있으며, 수문기상학적 재해에 매우 취약합니다. 이 지역은 수년간 태풍, 홍수, 가뭄 등의 연속적인 자연 재해로 인해 많은 인명 피해와 생계, 경제 자산의 손실, 그리고 인프라 서비스의 중단을 겪었습니다.

모든 수문기상학적 재해 중에서 홍수와 가뭄은 특히 큰 위협 요소로, 이 두 나라를 지속적으로 노출되고 취약한 상태에 놓이게 하고 있습니다. 이러한 취약성은 농업과 어업과 같은 기후에 민감한 산업과 서비스 부문에 대한 국가의 높은 의존도로 더욱 심화되었습니다. 이 부문들은 국가 노동력의 대부분을 차지하고 있습니다.

기후변화는 또 다른 중요한 위협 요소로, 과거 몇 년간 더 심각한 건기, 몬순, 해수면 상승 등이 관찰되면서 불확실성을 더욱 확대하고 있습니다. 그 결과, 이러한 극단적인 현상들의 발생과 영향을 모니터링하고 예측하며 전달하는 능력은 캄보디아와 라오스의 국가적 우선과제가 되었습니다.

접근방식

CREWS 캄보디아와 라오스 프로젝트는 국가 차원에서 수문기상 서비스를 강화하여 취약한 지역 사회가 효과적이고 포용적인 위험 기반 조기 경보 서비스를 통해 지원받을 수 있도록 하는 것을 목표로 하고 있습니다. 효과적인 조기경보-조기 대응 서비스에 대한 접근이 향상되면, 기후 변화에 대한 적응 능력이 개선되고, 기후 및 재해 회복력이 강화될 것으로 기대됩니다.

이 프로젝트는 조기경보 시스템 (EWS)의 네 가지 핵심 요소를 중심으로 설계되었으며, 기상청, 국가 재난 관리기관, 하위 국가 정부, 시민사회 단체 등 조기 경보 관련 이해관계자들과 협력하여 구현되었습니다.

캄보디아와 라오스를 지원하기 위해, 이들 국가의 이해관계자들과의 논의를 통해 여러가지 조치가 설계되었습니다. 이러한 조치는 다섯가지 주요 결과로 분류되었습니다:

(i) 거버넌스 메커니즘 강화 및 실행 가능한 환경 조성; (ii) 기상청의 예보 및 경보 제공 능력 강화; (iii) 국가 서비스의 정보통신 기술 강화; (iv) 향상된 대비 및 대응 능력 (v) 조기경보-조기 대응 가치 사슬 전반에서 성평등과 장애인 포용성의 통합 개선입니다.

결과

작업계획의 일환으로, 캄보디아와 라오스에서 필요성 평가와 논의가 진행되었으며, 이를 통해 기상청의 역량강화와 지역 내 사람 중심의 조기경보시스템(EWS) 구축이 필요하다는 점이 강조되었습니다.

이 CREWS 프로젝트는 전체 조기경보-조기대응 가치사슬을 고려하면서, 캄보디아와 라오스의 세 개 시범지역에서 국가 홍수 및 가뭄 위험 지도를 개발하는데 중점을 두었습니다. 이러한 위험 정보 도구는 각국의 EWS에 직접 활용될 것입니다. 이 위험 정보 도구에 맞춰, 하위 국가 차원의 대비 및 대응 계획도 수립되었습니다. 이 계획들은 영향 기반 예측을 향상시키고 캄보디아와 국가 홍수 계획에 반영되는 것을 목표로 하고 있습니다. 라오스에서는 훈련을 받은 지역 당국과 마을 재난 관리 위원회와 함께, 목표 지역인 폰살리 지방의 지역 사회에서 핵심적인 대비 및 대응 조치를 설명하는 15개의 지역 사회 기반 재난 위험 관리 (DRM) 계획이 최종적으로 검증 절차를 통해 완료되었습니다. 캄보디아에서는 강 수위계와 연결되어 홍수 위험에 처한 지역의 등록된 사용자들에게 휴대폰을 통해 경보 메시지를 전달하는 지역 사회 기반 경보 전달 시스템인 EWS1294,¹¹가 국가 재난 관리 위원회 (NCDM)에 의해 채택되었으며, 이 CREWS 프로젝트를 통해 더욱 강화되었습니다.

이 프로젝트는 국가 전략계획과 보완적인 행동 계획을 수립하는데 지원했으며, 기상청 직원들을 대상으로 공동 경보 프로토콜 (CAP), 영향 기반 예보 및 경보 서비스, 기후 데이터베이스 관리에 대한 워크숍이 설계되어 진행되었습니다. 또한 새로 시작된 동남아시아 급류 홍수 경보 시스템 (SeAFFGS)¹²과 사람 중심의 조기경보 접근법이 고려되었습니다.

11 See previous case study

12 <https://community.wmo.int/en/southeast-asia-flash-flood-guidance-system-seaffgs>

한계와 교훈

프로젝트 구현의 주요 제한 요소는 두 국가 기상청의 인적 자원 역량 부족이었습니다. 그럼에도 불구하고, 기상청 직원들과 국가 재난 관리 당국은 정기적인 업무 외에도 프로젝트 활동에 적극적으로 참여했습니다. 또한 이 제한사항은 국가 기관들과 강력한 협력관계를

구축하고, 이 문제를 직접적으로 해결하는 보완적인 프로젝트 활동들 덕분에 부분적으로 완화되었습니다.

후원 및 실행 파트너

CREWS initiative, WMO, UNDRR, Global Facility for Disaster Reduction and Recovery (GFDRR)

프로젝트 사례 연구

라오스에서 농업을 위한 기후서비스로 마지막 단계 격차 해소

도전과제

농업 부문에서 기후 변동성과 기후변화 영향에 대한 모니터링 및 분석은 다음과 같은 제약이 있습니다:

- 현재의 기후 및 수문 상태를 모니터링할 수 있는 농업 기상 관측망 부족;
- 농업 기상 관측소가 커버하지 않는 지역에 기후 정보를 제공하고 기후 조건을 모니터링하는 현대적인 기법의 부족;
- 농업 부문에서의 계절 기후 예측 활용 부족;
- 정책 입안자와 농민들이 위험 감소 노력을 위한 정보를 얻을 수 있도록 다양한 출처의 정보 패키징 부족;
- 농민들에게 농업 기상 메시지를 부적절하게 전달하는 문제.¹³

접근방법

2019년, 라오스 농업 기후 서비스 (LaCSA) 시스템 - 웹/앱 기반의 농업 기상 서비스 시스템 - 은 농업 기후 모니터링 및 정보 시스템 (SAMIS) 프로젝트의 지원을 통해 구현되었습니다.¹⁴ 다양한 정부기관과 연구기관으로 구성된 강력한 국가 파트너십에 의해 뒷받침된 이 시스템은, 실시간 데이터 수집 및 모니터링, 효과적인 공동 생산 및 맞춤형 날씨 기반 농업 상담 서비스의 적시 제공을 가능하게 하는 조정 및 메커니즘을 갖추고 있습니다. 이를 통해 라오스의 모든 주와 지역에 걸쳐 농업 관련 기후 정보를 제공하고 있습니다.

LaCSA 시스템은 라오스의 전역의 모든 기상 관측소 (38개의 유인 기상 관측소와 41개의 자동 기상 관측소)에서 수집된 기상 데이터 (강수량, 기온, 상대습도, 풍속/풍향, 토양 온도)를 하나의 데이터베이스로 통합합니다. 자동 기상 관측소에서 수집된 데이터는 매시간 자동으로 네트워크에 전송되며, 수동 기상 관측 데이터는 자연자원환경부 (MONRE) 산하 라오스 기상청 (DMH)의 기후 및 농업기상부(CAgM) 기상 데이터 관리 부서가 매일 시스템에

업로드합니다. 기상청에서 새롭게 수집한 기상 정보는 기존의 역사적 정보와 함께 수치 기반 기상 예측 모델에 활용되어 단기 및 중기 기상예보와 계절 예측을 생성하는데 사용됩니다.

농업정보는 정적데이터와 동적데이터로 구성됩니다. MONRE는 현장 농업 정보 제공을 담당하는 한편, 식물 보호 센터와 국립 농업 및 임업 연구소 (NAFRI)는 해충 및 질병 관리 조치와 모니터링, 농업 관행 및 기술에 대한 정보를 공유합니다. 고해상도 및 토지 이용 데이터 (전국적 범위)는 농경지 관리부와 NAFRI에서 제공합니다. 마지막으로 실시간 농업 정보 (즉, 지구 단위 작물 달력, 작물 생장 단계, 빈번한 농업 기후 위험, 지역적으로 이용 가능한 적응 조치 및 주 단위 농업 관행 및 기술)는 지구 자연자원환경 사무소에서 제공합니다.

LaCSA 시스템은 매 3시간마다 향후 72시간 (단기) 동안의 기온, 강수량, 상대 습도, 풍속에 대한 기상 예보를 제공하며, 7일 (중기) 동안의 최대 및 최소 기온, 강수 확률, 상대 습도, 풍속에 대한 기상예보도 발생합니다. 단기 예보는 또한 향후 3-6개월 동안의 기온과 강수에 대한 계절예보로 보완됩니다. 기상 정보가 아카이브되고 처리된 후, LaCSA는 농업 기상 자문 서비스를 생성합니다. 이를 위해 포털은 다양한 농업 모델 (작물 및 해충 모델, 토양 수분 균형 모델, 농업 기상 지수 모델)과 기후 모델 (기후 다운스케일링)을 사용합니다.

LaCSA는 웹 기반 및 앱 인터페이스로 구성된 ICT 기반 서비스 플랫폼¹⁵입니다. 정보는 커뮤니티 게시판, 확성기, 라디오/TV 방송, 커뮤니티 및 학교 포스터와 같은 오프라인 방법을 통해서도 접근할 수 있습니다. LaCSA 농업 기상 서비스 포털은 다양한 목적을 위해 국가 수준의 게시물을 생성하며, 게시물의 빈도는 목적에 따라 달라집니다. 주간 국가 게시물은 각 구역에 대해 자동으로 생성되어 국가 수준의 농업 기상 재난 위험에 대한 주간 업데이트를 제공합니다. 이 정보는 CAgM이 주간 TV 방송을 위해 사용합니다. 월간 국가 게시물은 각 지방에 대해 자동으로 생성되어 계절 예보 및 선택된 55개의 농업 기후 위험 (예: 가뭄 및 폭염)에 대한 업데이트를 제공하며, 기상청의 월간 TV 방송에 사용됩니다.

13 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO); Alliance of Biodiversity International and CIAT; Ministry of Agriculture and Forestry, Lao People's Democratic Republic (MAF); Ministry of Natural Resources and Environment, Lao People's Democratic Republic (MONRE). *Delivery of Climate Services to Last Mile Users: Challenges and Opportunities for Scaling*; FAO, CIAT, MAF, MONRE: Vientiane, 2022. <https://doi.org/10.4060/cc1929en>.

14 <https://www.fao.org/in-action/samis/en/>

15 <https://lacsa.net/mapView.do>

위의 정보는 농민, 농업 확장 전문가 및 계획자에게 필요한 조연과 경보를 생성하는데 결합됩니다. 시스템은 이후 주요 작물 (쌀, 커피, 바나나, 옥수수, 카사바, 양배추, 호박)과 가축 시스템, 그리고 특정 지방이나 구역에서 발생할 수 있는 해충 및 질병 위험에 대한 기후 스마트 농업 자문을 영어와 파살라오 (Pasalao)로 제공합니다.

결과

SAMIS 프로젝트의 일환으로, 기상 기반 농업 상담 서비스를 바탕으로 기후 회복력 있는 농업 관행을 채택한 농민들의 비율에 대한 연구가 수행되었습니다. 조사에 응답한 343명의 농민 중 대부분 (69%)은 확성기를 통해 정보를 얻었으며, 일부 농민 (31%)은 확성기 외에도 기존의 농민 학교를 통해 기상 정보를 얻었습니다. 결과적으로, 대부분의 농민들 (80% 이상)은

LaCSA 게시물을 확성기를 통해 접한 후, 농업 관행을 조정한 것으로 나타났습니다. 전체적으로 이 연구는 농민 학교를 통해 기상 정보를 접한 농민들이 확성기만을 통해 정보를 얻은 농민들에 비해 기후, 날씨 예보 및 농업 상담의 중요성에 대한 이해도가 높고, 정보에 대한 인식이 더 뛰어난 것으로 나타났습니다.

이 연구는 정보를 더 세분화하여 제공할 필요성을 강조합니다. 특히, 더 적은 기술적 내용과 지역화된 정보는 특정 작물과 생산 지역에 맞춘 농업 상담을 제공하고, 농민들이 원격지나 방송 지역에서 멀리 떨어져 있는 경우에도 정보와 통신 채널 (온라인 및 오프라인, 예: 라디오 및 TV)에 대한 접근을 확대해야 한다는 점을 시사합니다. 또한, 농민 학교와 확성기 모두에 더 많이 접근할 수 있는 농민들을 위한 상담 내용의 추가적인 개선이 필요하다고 예상됩니다.

후원 및 실행 파트너

GEF, FAO



Photo: Annie Spratt

포커스 국가: 아시아

몰디브



Republic of Maldives

Case study:

Climate Services Factsheet



5 disasters 0 deaths 0.000079 Billion economic losses

Deadliest hazards: Flood

Costliest hazards: Flood

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

- Tourism 🏖️
- Ecosystem 🌿
- Agriculture and food security 🌾
- Coastal protection 🌊
- Health 🏥
- Infrastructure 🏗️
- Disaster Risk Management 🚨
- Cross-Cutting 🔄
- Water 💧

Climate services needs

To enhance resilience against climate change, Maldives needs:

- Enhancing its climate and weather forecasting tools to support decision-making and ensure timely responses to weather-related emergencies.
- Enhancing coral reef monitoring programs with new tools like remote sensing, aiming to predict better and monitor the effects of climate changes on marine ecosystems and vulnerable species

Early Warning needs

To improve early warning, Maldives needs to:

- Expand its meteorological and early warning systems to cover the entire archipelago, improving meteorology, climatology, hydrology, and geophysics in data collection and management and forecasting which are critical areas for early warning dissemination.
- Research to understand historical and future climate trends and its impacts.
- Strengthen the early warning systems and risk management tools.

Financial Needs in the NDC

Maldives plans to seek international support and assistance to achieve its adaptation and mitigation goals.

Mitigation target

Maldives commits to reduce emissions by **26%** (conditional) by 2030 compared to business as usual and strives to achieve net-zero by 2030.

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Less than basic	Basic
Governance	Full	Full
Basic Systems	Less than basic	Essential
Observing Networks	Basic	Full
Data management	Less than basic	Essential
Monitoring systems	Less than basic	Essential
Forecasting systems	Basic	Full
User Interface	Basic	Essential
Capacity Development	Less than basic	Essential
Provision and application of climate services	Basic	Essential
Monitoring and Evaluation	Less than basic	Basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component
Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• Building Climate Resilient Safer Islands in the Maldives	2023-2030	\$66'006'337	National	Basic Systems
• Systematic Observations Financing Facility (SOFF)	2024-2028	\$4'876'526	National	Basic Systems
• Development of an early warning system for urban flash flood risk reduction	2022-2027	\$ 293'800'000	National	Governance, Basic systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services Production

Data Sources: EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

프로젝트 사례 연구

몰디브의 데이터 격차 해소 및 안정적인 기후서비스 기반 강화

도전과제

기후변화는 몰디브에게 “가장 큰 존재론적 위협”으로 묘사되고 있습니다.¹⁶ 몰디브는 작은 크기와 낮은 해발 고도 (전체 육지 면적의 80% 이상이 해수면에서 1미터 이하¹⁷) 때문에 기후변화와 기후 관련 위험에 극도로 취약합니다. 또한, 사회적 및 경제적 안전을 위해 자연 자원에 크게 의존하고 있어 기후변화의 영향에 더욱 민감합니다. 기후 서비스와 EWS의 강화는 몰디브가 기후변화 위험이 심화되는 상황에서 중요한 기후변화 적응 행동 중 하나입니다.

수년동안 몰디브 기상청 (MMS)은 그 임무에 따라 “정확하고 시기적절하며 신뢰할 수 있는 기상 정보를 제공하여 생명과 재산에 미치는 영향을 최소화하고 몰디브의 지속 가능한 사회 경제적 발전을 지원”하는 데 중요한 진전을 이루었습니다. 그러나 MMS의 역량은 여러가지 요인으로 인해 제한적입니다. 이러한 요인에는 장비 유지 관리에 대한 지리적, 재정적, 물류적 제약, 지역 기후 모델링과 영향 기반 예보를 수행할 수 있는 자격을 갖춘 직원의 부족, 지속 가능한 기후 서비스를 제공하기 위한 재정적 자원의 부족, 데이터 공유 및 기관 간 협력의 어려움이 포함됩니다. 이러한 역량 격차는 MMS가 기후 관련 위험과 극단적인 기후 현상으로부터 몰디브 주민, 생계, 생태계 및 자산을 보호하기 위한 조치를 알릴 수 있는 신뢰할 수 있는 기후 서비스를 제공하는 능력을 방해하고 있습니다.

접근방법

2023년 몰디브는 WMO **글로벌 기초 관측망 (GBOB)** 기준을 준수하기 위해 가장 중요한 기상 및 기후 데이터 격차를 해소하기 위한 지원을 SOFF로부터 반기로 프로그램되었습니다. GBON의 구현은 전세계, 지역 및 국가 수준에서 고품질의 기상 예보, EWS 및 기후 서비스를 제공하는 능력을 크게 강화할 것입니다.

SOFF 준비 단계에서, 핀란드 기상청 (FMI)과 인도네시아 기상청 (BMKG)은 몰디브의 국가 수문기상 진단 (CHD, 2021년에 처음 준비됨)을 업데이트하고, GBON 준수를 위한 몰디브의 요구사항을 확인했습니다. 이를 바탕으로, 480만 달러 규모의 SOFF 투자 단계가 승인되어, 몰디브 기상청의 GBON 준수를 위한 기술적, 인적, 제도적 역량을 강화하는 사업이 2024년부터 2029년까지 UNEP에 의해 몰디브에서 실행될 예정입니다.

이후 몰디브는 SOFF 준수 단계로 전환되며, 이 단계에서는 GBON 인프라의 지속적인 유지 관리를 위한 자금을 직접 지원받게 됩니다.

몰디브의 기후 서비스와 EWS 능력을 향상시키기 위한 중요한 노력이 계속되고 있습니다. UNEP은 몰디브와 협력하여 전체 인구를 대상으로 하는 기후 서비스와 EWS의 종합적 강화를 목표로 하는 GCF 제안서를 개발하고 있습니다. (“TRACT”, 아래 참조) 이 제안은 2024년 1월에 승인된 EWS 구현 로드맵을 통해 EW4All 이니셔티브를 실현하기 위한 중요한 재정 메커니즘 역할을 하게 될 것입니다.¹⁸

결과

SOFF 준비 단계 문서 (GBON 격차 분석, GBON 국가 기여 계획 및 CHD의 준비는 몰디브에서 주요 GBON 격차와 필요 사항을 식별하는 데 중요한 역할을 했으며, SOFF 투자 단계에 대한 정보를 제공하고 기후 관련 위험에 대한 수문기상 관측망 및 EWS를 확장하고 강화하는 기초를 마련하여 국가 적응 목표를 지원했습니다. 평가 방법론의 표준화는 다양한 국가에서 기후 서비스의 상태를 비교할 수 있게 해주어, 보다 협조적인 프로그래밍 접근 방식을 가능하게 했습니다. SOFF 준비 단계의 결과물, 특히 전체 수문 기상 가치 사슬에 대한 종합적인 평가를 수행하는 CHD는 몰디브에서 기후 서비스를 개선하기 위한 다른 프로젝트 개발에도 도움이 되고 있습니다. 여기에는 “기후 위험 인식 및 기후 회복력 있는 지역사회 구축 (Toward Risk-aware and Climate- resilient Communities, TRACT) -몰디브의 기후 서비스 및 영향 기반 다중 위험 조기 경보 시스템 강화”라는 GCF 지원 프로젝트가 포함됩니다.¹⁹ TRACT 프로젝트 개발을 진전시키기 위한 몰디브의 의지를 보여주기 위해, GCF 사무국은 2024년 3월에 약 30만 달러의 프로젝트 준비 기금 (PPF)을 승인했습니다. .

16 Maldives Ministry of Climate Change, Environment and Energy. *Minister Aminath Shauna Statement in Response to IPCC Working Group I Report on Climate Change - 09 August 2021.* <https://www.environment.gov.mv/v2/en/news/12294>.

17 <https://earthobservatory.nasa.gov/images/148158/preparing-for-rising-seas-in-the-maldives>

18 <https://www.environment.gov.mv/v2/en/news/25268>

19 <https://www.greenclimate.fund/document/toward-risk-aware-and-climate-resilient-communities-tract-strengthening-climate-services-ppf>

한계와 교훈

SOFF 접근 방식은 가장 중요한 기상 및 기후 데이터 격차를 해소하기 위한 기초 인프라와 역량을 제공하는 데 필수적이지만, 몰디브에서 기후 서비스 제공을 종합적으로 강화하기 위해서는 도 많은 노력이 필요합니다. CHD는 SOFF 투자 단계의 범위를 넘어서는 많은 구체적인 필요 사항을 식별했습니다. 이러한 필요사항에는: (i) 해양 관측의 격차 해소, (ii) 모델링 및 예측에 대한 기술 훈련과 역량 개발, (iii) 역량 기반 예보 및 부문별, 지역적으로 맞춤형 된 경보 시스템의 구현, (iv) 여러 이해관계자 간의 협력 및 데이터 공유 강화, (v) 지속적인 사용자 참여 프로세스 구축이 포함됩니다. 이러한 필요 사항은 제안된 GCF TRACT 프로젝트를 통해 해결될 예정이며, 이는 기후 서비스 투자에 대한 조화로운 접근 방식이 국가 수준에서 효율성과 영향을 극대화하는 데 중요함을 강조합니다.

성공요인

현재와 미래의 기후 서비스 강화를 위한 이니셔티브의 성공은 강력한 국가 소유권을 바탕으로 한 조정된 접근 방식을 취할 수 있는 능력에 크게 달려 있습니다. 예를 들어 SOFF 준비 단계의 일환으로 수행된

국가 수준의 표준화된 평가 작업은 GBON 준수를 지속적으로 달성하기 위해 필요한 모든 활동이 이행되도록 보장하는 데 중요합니다. 제안된 GCF TRACT 프로젝트는 국가 차원에서 기후 서비스의 생성 및 사용을 향상시키기 위한 협력과 조정을 촉진하고 강화하는 데 도움이 되는 글로벌 기후 서비스 프레임워크 (GFCS)를 구축하는 것을 목표로 합니다. 또한 제안된 GCF 프로젝트는 EW4All 이니셔티브의 일환으로 수행된 몰디브의 조기경보시스템 (EWS) 역량에 대한 광범위한 평가를 통해 정보를 제공받게 될 것입니다. 게다가, 사용자 중심의 기후 서비스 제공의 성공은 여러 이해관계자들이 협력하고 정보를 공유할 수 있는 능력에 달려 있습니다. 정부기관, 민간부문, NGO, 시민사회, 개발 파트너들이 성평등과 사회적 포용에 중점을 두고 기후 서비스를 개발, 시험 운영 및 사용하는 과정에 광범위하게 참여하는 것이 중요한 성공 요인이 될 것입니다.

후원 및 실행 파트너

SOFF, GCF, UNEP, WMO, FMI, BMKG, MSS

포커스 국가: 남미

아르헨티나



Argentina:
Climate Services Factsheet



Climate Extremes

Deadliest hazards:
Flood

Costliest hazards:
Flood



119 disasters



1513 deaths



0.028 Billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

- Agriculture and Livestock 🌾
- Production 🏭
- Tourism 🏖️
- Health 🏥
- Transport & Infrastructure 🚗
- Energy ⚡
- Biodiversity & Ecosystems 🌿
- Gender ♀
- Water 💧
- Disaster Risk Reduction 🚒
- Coastal Zone 🌊
- Cross Cutting 🔄

Mitigation target

Argentina aims to commit to an economy-wide unconditional cap on net emissions of **349 MtCO2e** in 2030

Climate services needs

To enhance resilience against climate change, Argentina needs to:

- Continue developing climate information services, including Early Warning Systems, and promote research, development, and innovation in adaptation.
- Develop hydrometeorological models to obtain accurate projections of atmospheric and hydrological variables for managing environmental risks, including extreme events
- Integrate climate risks into health policies and programs, focusing on health infrastructure and systems.

Early Warning needs

To improve early warning, Argentina needs to:

- Continue the development and intensification of Early Warning Systems such as for Health and Deforestation.
- Strengthen the health system and community responses to extreme climate events, including heat waves, cold waves, and floods.

SDGs mentioned in the NDC



Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Essential	Full
 Governance	Essential	Essential
 Basic Systems	Essential	Full
Observing Networks	Advanced	Advanced
Data management	Full	Full
Monitoring systems	Essential	Full
Forecasting systems	Essential	Essential
 User Interface	Full	Full
 Capacity Development	Essential	Advanced
 Provision and application of climate services	Essential	Essential
 Monitoring and Evaluation	Less than basic	Less than basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component

Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
Climate Change Adaptation in vulnerable coastal cities and ecosystems of the Uruguay River (Argentina, Uruguay)	2021-2025	\$ 6'999'996.00	Regional	Governance, User Interface Platform, Capacity Development, Services production
ENANDES+ - Building Regional Adaptive capacity and resilience to climate variability and change in Vulnerable sectors in the Andes, a contribution to scaling up the ongoing project ENANDES	2022-2026	\$ 1,187,542	Regional	Governance, Basic Systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services Production
Multi-Hazard Hydromet Early Warning & Capacity Building (FFGS- Global Coverage)	2023-2027	\$ 51'985	Global	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User Interface Platform, Services Production
Design and implementation of an Information System for Forest Fire Risk Management in Southern South America (SIGRIFSA)	2024-2027	\$ 700'000.00	Regional	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User Interface Platform, Services Production
Development of an early warning system for urban flash flood risk reduction	2022-2027	\$ 293'800'000	National	Governance, Basic systems, User Interface Platform, Capacity Development, Services production

National Meteorological Service of Argentina
Budget: 16,630,864 USD - 2021

Data Sources:
EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) - responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

아르헨티나는 최근 몇 년 동안 기후 서비스 제공능력을 꾸준히 향상시켜 왔습니다. 아르헨티나 기상청 (SMN)이 기후 서비스 실행을 위한 체크리스트에 제출한 응답에 따르면, 기후 서비스 역량은 지난 5년 동안 “필수” 수준에서 “완전” 수준으로 발전했습니다.

현황

아르헨티나에서는 SMN 팀의 인력 증가와 2020-2023년을 위한 기관 전략 계획의 실행과 같은 여러 구체적인 조치들이 이루어졌습니다. 또한 SMN은 외부 자금 지원을 받는 프로젝트에도 참여해 왔습니다. 예를 들어 남미 남부의 가뭄 정보 시스템 (SISSA) 프로젝트 (EuroClima)와 농촌 농업 산업 시스템의 통합 리스크 관리 (GIRSAR) 프로젝트 (세계은행)가 있습니다. 또한 COHIFE (연방 수자원위원회), 국가 가뭄 모니터링 위원회 및 농업 비상 상황이나 재해 상황에서 고위 정부 회의와 같은 다른 기관들과의 협력도 이루어졌습니다.

극한 기후 및 기상현상이 일어나는 동안, 상담이나 사용자 요청이 눈에 띄게 증가했으며, 이는 기후서비스가 실제로 혜택을 제공하고 있음을 나타냅니다. 예를 들어, 최근의 역사적인 사례에서는 다양한 시간적 규모에서 감시 서비스가 생성되었습니다. 이러한 서비스는 국가 및 지방의 다양한 수준에서 여러 기관에 제공되었습니다. 또한 정보는 대중에게 제공되고 확산되었습니다.

기후 서비스가 가장 많이 발전한 분야는 농업, 수자원 공급, 보건 및 자원 리입니다. 이러한 발전은 극한 기후 현상의 강도와 빈도가 증가함에 따라 지역, 하위지역 및 국가 경제와 산업 생산, 인프라 및 인구의 노출에 미친 영향을 대응하기 위해 서비스의 증가와 개선을 위한 투자 프로젝트에 의해 촉진되었습니다.

최근 몇십 년 동안, SMN의 역할은 기후 위험 관리 개선을 추진하려는 정부의 의도에 의해 강화되었습니다. 공공과 민간 부문 모두의 증가한 수요는 기후 정보 서비스의 증가와 함께 이루어졌으며, 여기에는 기후 지표, 산업별 지수, 기후 전망 및 특정 맞춤형 정보와 같은 기본 정보들이 포함되었습니다.

GIRSAR 프로젝트 (농촌 농업-산업 시스템의 통합 리스크 관리, Integrated Risk Management in the Rural Agro-industrial System)는 아르헨티나 농업, 축산 및 어업 부서의 주도로, 세계은행을 포함한 다양한 기관들과 협력하여 진행되는 이니셔티브입니다. 이 프로젝트의 주요 목표는 기후 및 시장 리스크에 대응하여 농업-산업 부문의 회복력을 향상시키는 것으로, 특히 가장 취약한 생산자들을 지원하는 데 중점을 둡니다.

최근 몇 년 동안, SMN은 국가 기후변화 적응 계획 개발에 참여했으며, 이를 위해 국가 기후변화 내각의 작업그룹 (중앙 그룹과 확장 그룹)에 참여하고 있습니다.

성공요인

아르헨티나에서 기후 서비스의 발전에 기여한 주요 요인은 다음과 같습니다:

- NFCS와 SMN 기관 전략 계획과 같은 프레임워크;
- 사용자 참여 증진 및 사용자 요구에 대한 이해 향상;
- 외부 투자

NFCS는 기후 서비스 제공을 위한 노력의 통합과 조정을 가능하게 하는 전략으로, 기후 영향을 받는 다양한 분야에서 의사 결정을 개선하는 데 기여합니다. NFCS는 기후 서비스를 어떻게 다뤄야 하는지를 정의하며, 이는 기상 서비스에 매우 유용한 조직 도구로 작용합니다.

이러한 맥락에서 SMN은 기후 서비스 생성 주기의 여러 구성 요소를 촉진해왔습니다. 여기에는 관측의 품질과 일관성 향상, 보정 작업과 더 많은 기후 예측의 포함, 사용자와의 교류 증가, 그리고 관련된 분야와 행위자들의 확대가 포함됩니다.

이러한 이니셔티브는 2020-2023년 기관 전략 계획에 따라 진행되었으며, 이 계획은 이러한 발전을 지원하고 뒷받침했습니다.

사용자 요구와 필요가 증가한 이유는 다음과 같습니다: 극단적인 기상 현상의 증가, 서비스 및 제품의 확장된 제공, 개선된 기관 참여 전략, 그리고 SMN의 정보 전달 향상입니다.

외부 자금 지원은 기후 서비스 발전에 매우 중요했습니다. 그 중 주목할 만한 예시는 GIRSAR 프로젝트로, 이 프로젝트는 SMN에서 개선된 기상 및 기후 데이터 정보 시스템 구현에 기여했습니다. 이 프로젝트는 농업 부문, 특히 지방 수준의 생산 지역과의 연계를 강화했으며, 곡물 시장과 같은 민간 부문과의 연결을 강화했습니다.

또 다른 중요한 프로젝트는 EuroClima의 자금 지원을 받은 SISSA 프로젝트로, 이를 통해 남미 남부 지역 기후 센터는 SMN에 가뭄 모니터링 및 예측을 위한 지역 도구를 제공하였으며, SMN의 역량을 강화하는 데 기여했습니다.

밝은 미래

기후 서비스가 아르헨티나의 다른 부문에서 발전하려면, 해당 분야에 특화된 능력을 가진 인적 자원을 통합하고, 대화의 장을 마련할 수 있어야 합니다. 발전을 지원하고 지속 가능성을 보장하기 위해서는, 행동 방침과 기관 전략 계획을 유지하기 위한 제도적 정책이 시간이 지나도 지속되어야 합니다. 또한 생성된 서비스를 지속할 수 있도록 정보와 통신 관리와 관련된 인프라를 강화하는 정책이 필요합니다.

프로젝트 사례 연구

더 많은 기후정보를 바탕으로 아르헨티나는 이제 그 어느 때보다 높은 공간 정밀도로 농업 비상사태를 선언할 수 있게 되었습니다.

도전과제

세계적인 대두 생산국으로서 아르헨티나는 농업 시장의 투명성과 안정성을 강화하는 것을 목표로 하는 GEOGLAM (지구 관측 글로벌 농업 모니터링) 그룹에 의해 밀접하게 모니터링 되고 있습니다. 이 이니셔티브는 농업 시장과 무역의 투명성과 안정성을 높이는 것을 목표로 합니다.

2017/2018 재배 시즌 동안, 아르헨티나는 매우 심각한 가뭄 상황에 직면했으며, 이는 대두를 비롯한 여러 국가 농작물의 생산과 수확량에 큰 영향을 미쳤습니다. 아르헨티나 정부는 농업부를 통해 사람들의 생계를 보호하기 위한 정책 결정을 지원하고 알릴 수 있도록 정확하고 신뢰할 수 있으며 권위있는 과학적 증거를 긴급하게 필요로 했습니다.

접근방법

농업부와 긴밀히 협력하여, GEOGLAM의 국가 파트너인 국가농업기술연구소 (INTA)는 고해상도 위성 기반 증발산 이상 제품을 개발했습니다. 이 제품은 정규화 차이 식생 지수 (NDVI)와 같은 다른 위성 유도 데이터를 결합하여 식생 상태와 건강에 대한 포괄적인 정보를 제공했습니다.

결과

이 정보는 정부가 정확한 공간 정밀도로 농업 비상사태를 선언할 수 있게 해주었습니다. 또한, 이 중요한 정보를 바탕으로 정부는 영향을 받은 지역에 금융 안전망 조치를 정확하고 효율적으로 발동시킬 수 있었으며, 그로 인해 일률적인 대응 조치에 소요될 시간과 재정 자원을 절약할 수 있었습니다.

지구 관측 (Earth observations, EO)의 사용은 이후 아르헨티나의 농업 모니터링 과정에서 중요한 부분이 되었으며, 이는 INTA와 농업부에 의해 주도되고 있습니다. 2018/2019 재배 시즌부터 INTA는 매년 국가 농작물 지도를 개발해왔습니다. 이 정보는 위성 이미지에서 유도된 식생 지수의 정확도를 개선하며, 이제는 농업 지역이나 특정 작물에 집중할 수 있게 되었습니다.

또한, 전세계 농업 모니터링 (Global Agriculture Monitoring, GLAM) 시스템의 지역 적응 버전이 개발되어 정부와 다른 이해관계자들에게 일관되고 정확하며 시기적절한 국가 농작물 상태 보고서를 제공합니다. 또한 아르헨티나의 국가 농작물 지도는 이 시스템에서 사용되어 농작물 마스크를 얻고, 이를 통해 특정 작물에 대한 예측을 개선하고 지수를 추정하는 데 사용됩니다.

이러한 농업 모니터링 기술 향상 덕분에, 아르헨티나 정부는 다기간 협의체를 통해 역사상 가장 심각한 가뭄 중 하나였던 2022/2023년 가뭄을 보다 효율적으로 준비하고 관리할 수 있었습니다.

참고: GLAM 시스템은 현재 GLAM 2.0으로 발전되었으며, 이는 GEOGLAM 파트너인 NASA Harvestdp 의해 개발되고 유지 관리되고 있습니다.

한계와 교훈

COVID-19 팬데믹은 아르헨티나를 비롯한 전세계 농업 모니터링 노력에서 중요한 도전 과제가 되었습니다. 팬데믹으로 인한 이동 제한은 농업 생산을 EO (지구관측)를 사용하여 체계적으로 모니터링하고 모델링하며 평가하는 데 중요한 요소인 현장 데이터를 수집하는 데 방해가 되었습니다. 현장 데이터 부족은 EO를 기반으로 한 지역 농업 평가를 훈련하고 검증하며 지역 맥락에 맞게 정보를 제공하는 능력을 저해합니다. 이러한 제한에도 불구하고 아르헨티나의 국가 농작물 지도와 같은 이니셔티브는 2018/2019 농업 시즌부터 현재까지 지속적으로 지도를 생성하고 있습니다.

성공요인

이 이니셔티브의 성공에는 강력한 파트너십과 협력이 중요한 역할을 했습니다. INTA의 전문가들과 과학자들은 긴밀한 협력을 보장하고 공동 개발 과정을 강화하기 위해 아르헨티나 농업부로 직접 이동했습니다. 또한 GEOGLAM 네트워크와 더 큰 EO 커뮤니티 내에서 개발되고 공유된 개방형 EO 데이터와 다른 개방형 자원의 가용성은 이 이니셔티브의 성공에 크게 기여했습니다.

파트너

GEOGLAM, INTA, NASA Harvest

포커스 국가: 남미

에콰도르



Ecuador:
Climate Services Factsheet



Climate Extremes

Deadliest hazards:
Flood

Costliest hazards:
Riverine flood



67 disasters



2101 deaths



0.0038 Billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source | EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

- Ecosystem 🌿
- Agriculture 🌾
- Forestry 🌲
- Coastal Zones 🌊
- Health 🏥
- Infrastructure 🏗️
- Disaster Risk Management 🚨
- Cross-Cutting 🔄
- Water 💧
- Energy ⚡

Mitigation target

Ecuador aims to commit to reducing greenhouse gas emissions and increasing resilience to climate change impacts. Ecuador aims to achieve these goals through a combination of national efforts and international cooperation.

Climate services needs

To enhance resilience against climate change, Ecuador needs to:

- Update and strengthen the generation, processing, quality control, dissemination, and free access programs of meteorological and hydrological data as a support to the processes of adaptation to the negative effects of change climate.
- Integrate climate projections in the development of new studies of road infrastructure.

Early Warning needs

To improve early warning, Ecuador's need to:

- Support the continued development and intensification of Early Warning Systems such as for Health and Deforestation.
- Strengthen the health system and community responses to extreme climate events, including heat waves, cold waves, and floods.

SDGs mentioned in the NDC

The NDC does not explicitly mention individual SDGs, instead, it focuses on how Ecuador's climate actions intersect with the broader goals of eradicating poverty, protecting the planet, and ensuring prosperity.

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Basic	Basic
🏛️ Governance	Less than Basic	Less than Basic
⚙️ Basic Systems	Basic	Less than Basic
🌐 Observing Networks	Basic	Less than Basic
📊 Data management	Essential	Basic
🔍 Monitoring systems	Essential	Basic
📅 Forecasting systems	Full	Basic
🖥️ User Interface	Basic	Less than Basic
👤 Capacity Development	Less than Basic	Basic
🌐 Provision and application of climate services	Essential	Basic
📈 Monitoring and Evaluation	Basic	Basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component
Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• ENANDES+Building Regional Adaptive capacity and resilience to climate variability and change in Vulnerable Sectors in the Andes, a contribution to scaling up the ongoing project ENANDES	2022-2026	\$ 1'450'000	Regional	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production
• Multi-Hazard Hydromet Early Warning & Capacity Building (FFGS- Global Coverage)	2023-2027	\$ 51'986	Global	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production
• Reducing Climate Vulnerability and flood risk in coastal urban and semi urban areas in cities in Latin America (Chile, Ecuador)	2020-2025	\$ 6'595'200	Regional	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production
• Building adaptive capacity through food and nutrition security and peacebuilding actions in vulnerable Afro and indigenous communities in the Colombia-Ecuador border area (Colombia Ecuador)	2018-2024	\$ 700'000	Regional	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production
• Support for the formulation of the Ecuador Early Warning System Phase II Project	2023-2025	\$ 100'000	National	Governance
• Strengthening the Multi-Hazard national Early Warning System	2023-2027	\$ 11'937'472	National	Governance, Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production

National Institute of Meteorology and Hydrology of Ecuador
Budget: 1,800,000 USD - 2021

Data Sources:
EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) - responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

프로젝트 사례 연구

에콰도르의 해안도시에서 기후 회복력을 강화하기 위한 국가 기상 및 수문 서비스의 역량 강화

도전과제

엘니뇨/남방진동 (ENSO) 현상은 에콰도르, 특히 홍수, 산사태, 해수면 상승 등의 ENSO 관련 재해에 취약한 에스메랄다스 시에 심각한 위협을 가합니다.

에콰도르의 주요 기상 및 수문 서비스 기관인 국립기상수문연구소 (INAMHI)는 재정 지원 부족, 인프라 부족, 인력 부족 등으로 인해 심각한 어려움에 직면해 있습니다. INAMHI는 에스메랄다스 지역 주민들에게 포괄적이고 정확하며 시의적절한 기상 및 수문 정보를 제공하는 데 큰 제약을 받고 있습니다. 에스메랄다스를 포함한 에콰도르 전역의 주민들은 기후변화로 악화된 재해 위험으로부터 자신을 보호하기 위한 중요한 정보와 경보를 신뢰할 수 있는 출처 없이 살아오고 있습니다.

그 결과, 에스메랄다스 주민의 60% 이상이 이러한 정보를 접할 수 없으며, 매년 홍수와 산사태가 수천 명의 사람들의 삶과 재산을 파괴하고 있어, 효과적인 재해 준비 및 대응 조치의 긴급한 필요성을 강조하고 있습니다.

접근방법

에스메랄다스 지역에서 기후 정보 접근이 부족한 상황을 해결하기 위해, 초기 목표는 재난 대비 및 긴급 대응에 필요한 기후 데이터를 주민들이 쉽게 접근할 수 있도록 하는 신뢰할 수 있는 플랫폼을 제공하는 것이었습니다. 이를 위해 "Visor Climático" 플랫폼이 개발되었으며, 이 플랫폼은 강수량, 기온, 바람, 강 수위 등의 다양한 기후 정보 소스를 통합하였습니다. 직관적인 인터페이스를 제공하여 사용자가 특정 의사결정에 필요한 기후 데이터를 쉽게 접근하고, 맞춤 설정하고 다운로드할 수 있도록 하였습니다.

Visor Climático가 성공적으로 구현된 후, 다음 단계는 기후 데이터를 활용하여 인공지능 (AI) 모델을 훈련시키고 잠재적인 재난을 예측하는 고급 분석을 진행하는 것이었습니다. 그러나 지역의 기상 및 수문 모니터링 인프라가 부족하여, 프로젝트는 외부 기후 모델을 통합하였으며, 여기에는 다분광 적외선 기반 예측과 WFR 모델 예측이 포함되어 AI 모델의 신뢰성과 정확성을 향상시켰습니다.

궁극적으로, AI 모델에서 생성된 예측 결과는 에스메랄다스 지역에 배치된 기존의 조기경보시스템 (EWS)과 통합되어, 지역 주민들에게 잠재적인 극단적 사건에 대한 적시 알림을 제공할 수 있게 되었습니다. 이 종합적인 접근 방식은 지역 사회에 접근 가능한 기후 정보와 강력한 예측 능력을 제공하여, 기후 관련 재난에 대한 지역 사회의 복원력과 대비 태세를 강화하는 것을 목표로 하였습니다.

결과

이 프로젝트의 구현은 에스메랄다스 주민들에게 신뢰할 수 있고 실시간으로 기후 데이터를 제공하는 종합적인 수문기상 정보를 손쉽게 접근할 수 있도록 했습니다. 이를 통해 주민들은 잠재적인 재난을 신속하게 인지하고 대응할 수 있게 되었습니다. 기술적 장벽을 인식하여, 기후 변수 (예: 강수량, 하천 수위)가 위험 임계값을 초과할 경우 중요한 알림을 제공하는 조경보시스템 (EWS)을 Telegram과 같은 인기 있는 통신 채널에 통합하여 적시에 알림을 받을 수 있도록 했습니다.

에스메랄다스에서 처음으로 시범 운영된 이 프로젝트의 성공은 그 메커니즘과 웹 애플리케이션을 에콰도르의 국가 수문기상 관측소 네트워크로 확장하는 데 기여했습니다. 그 결과, 모든 covered 지역의 개인들은 사용자 친화적인 기후 정보를 동등하게 이용하고, 다가오는 위험에 대한 동일한 알림을 받을 수 있게 되었습니다. 이 종합적인 접근 방식은 기후 관련 위험에 대한 사전 준비와 대응 조치를 가능하게 하여 지역 사회의 기후 복원력을 크게 향상시킵니다.

한계와 교훈

이 프로젝트는 에콰도르의 부족한 기후 정보 서비스 인프라에서 비롯된 여러 도전 과제에 직면했습니다. 통합된 관리 구조의 부재로 기상 및 수문 관측소가 여러 기관에서 운영되어 데이터 형식과 저장 위치가 다르기 때문에 통신 비용과 데이터 통합의 어려움이 발생했습니다. 이로 인해 다양한 기후 데이터 소스를 하나의 정보 서비스로 종합하는 데 장벽이 생겼습니다.

프로젝트 홍보와 최종 사용자 교육을 위한 지역 정부와의 협력은 제안된 기후 정보 서비스의 영향을 극대화하는 데 중요한 역할을 했습니다. 지역 사회의 기후 서비스에 대한 인식과 수용 여부가 프로젝트의 성공을 결정지었습니다.

가장 중요한 교훈은 개발된 기술을 넘어선 것이었습니다. 광범위한 도달 범위를 가진 대규모 프로젝트에서는 이해관계자 간 협력과 조정이 필수적이었습니다. 국가 기관과 부처와의 협력이 없었다면 필요한 기후 자원과 인프라에 접근하는 것이 불가능했을 것입니다. 또한 지역사회와 정부의 노력이 없었다면 주민들이 직면한 실제 위험과 재난을 이해하는 것이 어려웠을 것입니다.

파트너

UNDP, INAMHI

포커스 국가: 북미, 중미 및 카리브해

바베이도스



Barbados:
Climate Services Factsheet



Deadliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)

Costliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)



13
disasters



62
deaths



0.00027 Billion
economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Adaptation focus

- Agriculture and Fisheries 🌾🐟
- Tourism 🏖️
- Health 🏥
- Water 💧
- Disaster Risk Reduction 🚒
- Coastal Zone 🌊
- Ecosystems 🌿
- Infrastructure 🏗️

Mitigation target

Barbados aims to commit to a

- 20% reduction in emissions relative to business-as-usual without international support (unconditional) or 35% reduction with international support (**conditional**) by 2025.
- 35% reduction in emissions relative to business-as-usual without international support (unconditional) or 70% reduction with international support (**conditional**) by 2030.

Financial Needs in the NDC

Barbados continues to call for priority international support for adaptation and mitigation in small islands.

SDGs mentioned in the NDC

In pursuit of climate-resilient development, the Government of Barbados ensures alignment between its implementation policies concerning the Sendai Framework on Disaster Risk Reduction, the 2030 SDGs, and climate action under the Paris Agreement.

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Less than basic	Essential
Governance	Basic	Less than basic
Basic Systems	Less than basic	Essential
Observing Networks	Essential	Advanced
Data management	Less than basic	Advanced
Monitoring systems	Basic	Essential
Forecasting systems	Full	Essential
User Interface	Basic	Basic
Capacity Development	Less than basic	Basic
Provision and application of climate services	Basic	Less than basic
Monitoring and Evaluation	Less than basic	Basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component

Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• Systematic Observations Financing Facility (SOFF)	2023-2024	\$ 129'943	National	Basic Systems, Capacity Development
• Multi-Hazard Hydromet Early Warning & Capacity Building (EWS-F)	2023-2027	\$ 927'083	National	Governance, Basic Systems, Services Production, User interface Platform
• CREWS Caribbean 2.0	2024-2027	\$ 212'567	Regional	Basic Systems, Capacity Development, User interface Platform, Services Production
• CPD AdSci Program	2023-2025	\$ 299'681	National	Governance

Barbados Meteorological Services

Budget: **8,432,504 BDS / 4,133,613 USD** in 2021

Data Sources:
EMDAT- NDC; WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) - responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

바베이도스의 기후 서비스 향상은 세 가지 요인에 의해 추진되었습니다:

- 지역 내 극한 기상 현상;
- 이해관계자들의 참여 증가;
- 기존 관측 네트워크 간 격차를 해결하기 위한 노력.

변화 동기

바베이도스는 카리브해에 위치한 군소도서국 중 하나입니다.²⁰ 이 나라는 대서양에 둘러싸여 있으며 서쪽으로는 카리브해가 있습니다. 바베이도스는 열대 해양 기후를 가지고 있으며 평균 기온이 서서히 상승하고 있습니다. 우기는 6월부터 11월까지, 건기는 12월부터 5월까지 지속됩니다. 섬나라로서 바베이도스는 허리케인 및 기타 자연 재해에 매우 취약하며, 특히 기후변화의 잠재적 영향에 민감합니다. 이러한 영향에는 해수면 상승, 홍수, 폭풍 해일 수준 증가, 해안 침식, 기온 상승, 강수 패턴 변화, 가뭄, 더 빈번하고 강력한 열대성 폭풍 등이 포함됩니다.²¹

지난 몇 십 년간 기후변화로 인해 더 긴 가뭄과 더 강력한 폭풍이 관찰되었습니다. 이로 인해 세 가지 주요한 결과가 발생했습니다. 첫째, 가뭄의 빈도가 증가함에 따라 설탕 생산의 경제적 중요성이 감소했습니다.²² 둘째, 폭풍 동안 사람들의 안전이 영향을 받았습니다. 셋째, 바베이도스는 지하수에 의존하고 있으며, 담수 표면 수원이 없기 때문에 물 관리가 중요한 문제로 대두되었습니다. 2000년에는 공공 수도 공급의 98% 이상이 지하수에서 나왔습니다.²³ 특히 허리케인 마리아, 엘사, 베릴과 같은 극한 기상 현상들은 개선된 EWS와 기후 서비스의 필요성을 강조했습니다.

현황

바베이도스 기상청 (BMS)은 현재 내무정보부의 하위 부서입니다. 그 활동에는 모니터링 및 예측, 데이터 처리, 기상 서비스, 기후 서비스, 수문학 서비스 및 국제 활동이 포함됩니다. 항공 기상 서비스는 30년 이상 제공되어 왔습니다. 그러나, 현재 BMS는 선박, 레크리에이션 및 관광 서비스에 중점을 두고 있습니다.²⁴ 허리케인 마리아와 엘사 같은 극한 기상 현상들은 기후 서비스를 강화하여 EWS가 최적의 상태로 작동할 수 있도록 해야 한다는 필요성을 보여주었습니다. 허리케인 엘사와 베릴은 이미 EWS의 눈에 띄는 개선을 보여주었으며, 이는 대중에게 긍정적인 반응을 얻었습니다. 이러한 긍정적인 추세가 계속되고 강화되어야 할 필요성이 있습니다.

농업과 물과 같은 기후 민감 분야는 점점 더 정확하고 빈번한 기후 데이터가 필요해지고 있습니다. 바베이도스는 지하수에 의존하고 있으며, 자연적인 충전 속도가 비교적 느리기 때문에, 하계 및 계절 전망과 모델은 지속 가능한 물 관리를 위해 매우 중요해질 것입니다.

성공요인

바베이도스는 기본적인 관측 인프라를 개선할 필요성을 인식하고, 이를 위한 노력을 통해 큰 진전을 이루었습니다. 새로운 3D 프린팅 기술을 도입하여 바베이도스는 현재 섬 전역에 90개의 관측소를 보유하고 있으며, 목표는 100개입니다. 바베이도스는 이제 시기 적절하고 정확하며 관련성 있는 경보와 예측을 발행할 수 있게 되어, 시민들의 삶에 실질적인 변화를 가져왔습니다.

“아마도 20년 전, 제가 어렸을 때만 해도 우리는 경보를 늦게 발행하곤 했습니다. 그것은 Holetown 지역에서 누군가의 보고를 바탕으로 한 결과였습니다. 하지만 2020년에는 이제 Holetown 지역에 기상 관측소가 있어, 이제는 Holetown에서 5인치의 비가 내렸다는 정보를 제공할 수 있게 되었습니다. 반면 공항에서는 비가 전혀 측정되지 않았습니다.”

Cherise Brathwaite, 기상학자, 바베이도스 기상청

바베이도스의 성과는 또한 최종 사용자와의 소통 덕분입니다. 이해 관계자들의 의견을 경청함으로써 BMS는 수자원 관리 당국이 정책 결정을 내리는 데 필요한 데이터를 생산하기 시작했습니다. 이러한 데이터는 언제, 어떤 용도로 물을 사용할 수 있는지에 대한 결정을 내리는 데 필요합니다. 마지막으로 생명 손실을 예방하고 재난 관리 활동을 지원하는 기후 서비스의 중요성에 대한 인식이 성과를 이끌어내는 데 중요한 역할을 했습니다. “대중으로부터 받은 일반적인 피드백은 우리가 초기에 경보시스템을 운영하는 방식에 감명을 받았다는 것이었습니다.”라고 BMS의 기상학자인 체리세 브라스 웨이트는 말했습니다. 바베이도스의 사례는 헌신, 참여, 그리고 발전을 향한 의지를 통해 무엇을 이룰 수 있는지를 보여줍니다.

밝은 미래

2023년 11월 바베이도스는 EW4All을 시작했습니다. 이 나라는 MHEWS 국가 진단서, EW4All 로드맵, 실행계획을 수립했으며, 이는 EW4All의 성공적인 구현을 위한 충분한 기반을 제공합니다.

바베이도스는 섬 전역에 100개의 자동 기상 관측소를 구축하는 것을 목표로 관측 네트워크를 확장하는 대담한 조치를 취하고 있습니다. 또한 듀얼 플라자 레이더로 업그레이드하고, 국가 대기 연구센터 (NCAR)와 협력하여 3D 프린팅 자동 기상 관측소 (PAWS)를 개발하는 혁신적인 프로젝트를 진행하고 있습니다.

20 United Nations. *List of SIDS* web page. <https://www.un.org/ohrlls/content/list-sids>.

21 World Bank Group. *Climate Change Knowledge Portal, Barbados* web page. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/barbados#:~:text=As%20an%20island%20state%2C%20Barbados,rising%20temperatures%2C%20changes%20in%20rainfall>.

22 Government of Barbados. *Barbados First National Communication to the UNFCCC*; Ministry of Physical Development Environment: Barbados, 2021. <https://unfccc.int/documents/67644>.

23 Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). *Irrigation in Latin America and the Caribbean in figures: AQUASTAT Survey - 2015*; FAO: Rome, 2016. <https://www.fao.org/aquastat/en/countries-and-basins/regional-overviews/south-centr-america-car>.

24 <https://agriculture.gov.bb/Departments/Meteorological-Services/>.

3D-PAWS 이니셔티브는 미국의 대기 연구를 위한 대학 법인 (UCAR)과 국가 기상청 국제 활동 사무소 (NWS IAO)가 주도하며, 미국의 USAID의 해외 재난 지원 사무소 (OFDA)의 지원을 받습니다.²⁵ 바베이도스는 이 이니셔티브의 두 개의 파일럿 국가 중 하나로, 이미 90개의 3D-PAWS를 설치했으며, 추가로 40개를 설치할 예정입니다. 또한 바베이도스는 해양 기상 서비스를 강화하고 해양 기상 시스템을

개발하여 향후 5년 내에 관측 네트워크를 확장할 계획입니다. 마지막으로, 수자원 부문과의 협력은 매우 효율적이고 효과적이었으며, 이 관계를 다른 기후 민감 부문에 복제하는 것이 유익할 것입니다.

바베이도스는 비용 절감을 가능하게 할 혁신적인 솔루션을 염두에 두고 역량 확대를 우선시하며, 이해관계자 참여를 촉진하고 더 나은 기후 서비스의 필요성을 보여줍니다.

프로젝트 사례 연구

CREWS 카리브해 지역 프로젝트

도전과제

카리브해 지역은 허리케인, 열대성 폭풍, 홍수, 가뭄, 산사태 등 다양한 재해에 매우 취약합니다. 이러한 재해는 지역 내에서 심각한 인명 피해와 경제적 손실을 초래합니다.

1980년에서 2007년 사이, 카리브해 지역에서 발생한 재해, 인명 피해 및 경제적 손실의 거의 98%는 기상, 수문학적 및 기후 관련 현상에 기인한 것으로 보고되었습니다. 기후변화는 이러한 재해 수준을 더욱 악화시킬 것으로 예상되며, 계획되지 않은 도시 확장과 부적절한 건설 관행은 취약성을 지속적으로 증가시키고 있습니다. 그럼에도 불구하고 지역 내 적응 능력은 여전히 제한적입니다. 이러한 맥락에서, 기상 예보, 수문학적 서비스, MHEWS (다중 위험 조기 경보 시스템) 및 서비스 제공을 위한 지역 및 국가 시스템과 역량 강화를 위한 노력이 우선사항이 되고 있습니다.

접근방법

CREWS 프로젝트는 포괄적인 상황 분석과 MHEWS 격차 분석을 바탕으로 지역 로드맵 개발을 지원했습니다. 이 로드맵은 자원의 최적화를 강조하고 국가 지출의 일관성을 촉진하는 공통의 틀을 제공합니다. 또한, 기부자의 투자 활동을 국가 및 지역 우선사항에 맞추어 활동이 분열되거나 비효율적으로 진행되지 않도록 조정하는 가이드 역할을 합니다. 로드맵 내 활동은 지역 차원의 기존 역량과 이니셔티브를 활용하는 접근 방식을 제안합니다. 마지막으로 CREWS 프로젝트의 모든 활동은 성평등, 사람 중심 및 포용적인 접근 방식을 따르며, 모든 개인이 성별과 사회경제적 지위에 관계없이 프로젝트 결과를 통해 혜택을 받고 조기 경보를 효과적으로 수신하고 대응할 수 있도록 보장합니다.

결과

CREW는 카리브해 지역에서 사람 중심의 통합된 EWS를 구축하는 데 필요한 점진적으로 강화된 예보 시스템의 운영을 지원했습니다. 지역 로드맵 개발은 국가 및 지역의 필요와 격차에 맞춰 활동을 정렬하는 가이드 역할을 했습니다. 예를 들어, 자메이카에서 날씨 정보를 스마트폰으로 접근할 수 있도록 하는 날씨 애플리케이션 개발과, 가이아나와 트리니다드 토바고에서 글로벌 및 국가 위험 데이터를 개선하는 활동이 포함되었습니다.

이러한 긴밀한 협력은 기관 강화와 조기경보 및 수문기상 서비스의 효율성을 높이는 데 기여했습니다. 이와 관련하여 프로젝트는 다음과 같은 높은 우선순위 국가 활동을 시범적으로 지원했습니다: (i) 영향 기반 예보 및 경보 서비스로의 전환; (ii) 지역 예보 능력을 향상시키고 다중 위험 조기경보를 활용하기 위한 지역 다중 센서 강수 그리고 프로토타입 개발; (iii) 자메이카와 세인트루시아에서 통합된 홍수 예보 및 운영 EWS의 구현; (iv) 지역 영향 기반 긴급 경보 커뮤니케이션 및 전파 시스템인 지역 긴급 경보 시스템 개발을 위한 기술 연구. 모든 활동은 CREWS의 가치 제안에 필수적인 사람들과 그들의 필요를 중심에 두고 수행되었습니다.

한계와 교훈

프로젝트의 구현에서 여러 교훈을 도출할 수 있습니다. 첫째, 지역 기관들의 역량을 국가 서비스와 연결하는 것이 결과의 지속 가능성에 매우 중요합니다. 특히 카리브해와 같이 강력한 지역 기관을 갖춘 지역에서는 더욱 그렇습니다. 또한, 지역 로드맵에 대한 지역의 소유권과 MHEWS 개선을 위한 헌신이 중요합니다. 지역 센터는 회원 기관들에게 방향과 리더십을 제공하는 중요한 역할을 합니다. 또한 활동이 주로 국가 차원에서 이루어지기 때문에, 강력한 국가 및 지역 수준의 운영 조정과 상호 운영성이 필요합니다.

마지막으로, 이 프로젝트에서 다른 모든 국가에서 공동으로 기술적 진전을 이루기 위한 적절한 정책 및 규제 환경이 필요하며, 카리브해 재해 비상 관리 기관 (CDEMA)의 모델 국가 MHEWS 정책을 구현하는 것이 중요합니다. 지역적으로 조화된 접근 방식을 지원하는 것은 기관 간 데이터 공유, 영향 기반 예보로의 전환에 중요한 애플리케이션과 모델링 개발, 그리고 EWS 가치 사슬 전반에 걸친 민간 부문 협력 확장을 촉진하는 데 필수적입니다.

후원 및 실행 파트너

CREWS, Caribbean Meteorological Organization (CMO), Caribbean Institute for Meteorology and Hydrology (CIMH)

25 3D-PAWS Manual (accessed 13 May 2024): <https://sites.google.com/ucar.edu/3dpaws/home>

포커스 국가: 북미, 중미 및 카리브해

트리니다드 토바고



Trinidad and Tobago:
Climate Services Factsheet



Climate Extremes



11
disasters



34
deaths



0.0032 billion
economic losses

Deadliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)

Costliest hazards:
Storm (Tropical cyclone)

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions to 2030

Mitigation target

Trinidad and Tobago aims to reduce its cumulative public transportation gas emissions by **30%** or 1,700,000 metric tonnes of carbon dioxide equivalents compared to 2013 levels by December 31, 2030. As a signatory to the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC) and its Kyoto Protocol and Paris Agreement, Trinidad and Tobago is also committed to conditionally reduce its cumulative carbon emissions by **15%** in the power generation, transport and industrialized sectors by 2030, which is equivalent to 103 million tonnes of carbon dioxide.

Financial Needs in the NDC in USD billion



TOTAL USD 2

Mitigation 2.0

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Essential	Advanced
Governance	Advanced	Advanced
Basic Systems	Essential	Advanced
Observing Networks	Full	Advanced
Data management	Full	Advanced
Monitoring systems	Essential	Advanced
Forecasting systems	Full	Advanced
User Interface	Full	Advanced
Capacity Development	Advanced	Advanced
Provision and application of climate services	Full	Advanced
M&E	Full	Full

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Climate Services Funding

Support to climate services value chain component
Source: EW finance tracking observatory dashboard ongoing/pipeline projects

Project Title	Start-end	Project amount	Type	Support to climate services value chain component
• CREWS Caribbean 2.0	2024-2027	\$ 212'567	Regional	Basic Systems Services Production, Capacity Development, UIP
• Climate Change Resilience in the Caribbean Fisheries Sector (CC4FISH-II)	TBD	\$ 19'884'730	Regional	Basic Systems, Services Production, Capacity Development, UIP
• Strengthening the Integrated National Early Warning System in Trinidad and Tobago	2022-2025	\$ 530'000	National	Basic Systems, Capacity Development, UIP
• Systematic Observations Financing Facility (SOFF)	2023-2024	\$ 129'745	National	Basic Systems

Trinidad and Tobago Meteorological Services
Budget: 26,497,330 TTD / 3,881, 858 USD- 2021-2022

Data Sources:
EMDAT- NDC, WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

트리니다드 토바고에서 기후서비스의 진전은 세 가지 특성 덕분에 이루어졌습니다. 첫 번째는 트리니다드 토바고 기상청 (TTMS)의 기후서비스 부서의 리더십의 추진력입니다. TTMS의 리더십은 펠로우십 프로그램을 통해 얻은 지식과 인식을 바탕으로 정부 내에서 더 많은 인식을 창출하는 데 성공했습니다. 두 번째로, 지역 협력 지식과 기술 공유 환경을 촉진하는 중요한 역할을 했습니다. 마지막으로 기후 서비스 개발에 대한 최종 사용자들의 참여는 고객 만족도를 높이고 수요를 증가시키는 데 기여했습니다.

변화 동기

트리니다드 토바고는 카리브해에 위치한 군소도서국입니다.²⁶ 카리브해의 남동쪽에 위치하며, 북동쪽으로 바베이도스와 남동쪽으로 가이아나와 해양 국경을 맞대고 있습니다. 이 나라는 열대 기후를 가지고 있으며, 평균 기온이 점차 증가하는 추세입니다. 섬 국가로서 트리니다드 토바고는 기온 상승, 강수 변화 및 해수면 상승에 매우 취약합니다. 그 외에도 홍수 증가, 허리케인의 빈도와 강도의 증가, 산비탈 침식, 해양 생태계 손실 등이 취약성에 포함됩니다.²⁷

향후 몇 십 년 동안, 해수면 상승과 폭풍 해일로 인해 트리니다드 동쪽 대서양 연안과 서쪽의 파리아만에서 홍수와 해안 침식이 증가할 것으로 예상됩니다. 토바고에서는 해수면 상승과 함께 카테고리 2에서 카테고리 5에 이르는 허리케인에 의한 홍수가 농업지대, 해안가의 호텔 리조트, 해안 지역의 민간 주택 및 리조트 인프라, 부코만과 일부 해안 마을의 인기있는 해변 부동산에 심각한 영향을 미칠 것입니다.²⁸

2018년 UNDP와 GEF의 협력으로 작성된 취약성과 역량 평가 보고서에서는 트리니다드 토바고가 여러 위협에 대응하기 위해 포괄적인 적응 및 완화 대책 패키지를 개발할 것을 촉구했습니다. 여기에는 국가의 식수 및 식량 공급 위험, 물리적 인프라, 도시, 정착지, 석유 및 가스 자산, 산업 단지, 공공 건강, 해변, 관광 경제, 어업 자원, 그리고 주요 자원 유산인 메인 리지 숲 보호구역 등이 포함됩니다.²⁹

현황

트리니다드 토바고 기상청 (TTMS)은 공공사업부 산하 기관입니다. 기상청은 4개의 부서, 기상 및 예보 사무소, 상층 대기 관측소, 기후 및 기술 부서, 기상관측소로 운영됩니다.³⁰ 이것은 상당히 광범위하게 들리지만 TTMS는 작은 기관입니다. 그러나 기후 서비스의 많은 직원들이 높은 교육 수준을 가지고 있어, 팀의 규모가 작음에도 불구하고 더 큰 팀이 해야 할 일들을 충분히 이해하고 다룰 수 있습니다.

지역적으로 TTMS는 매우 활발하게 활동하고 있으며, 특히 기후학자, 기후전문가 및 관련자들이 포함된 네트워크 내에서 교육과 지식 교류에 주력하고 있습니다. 이 네트워크는 매월 모여 카리브해 기상수문학연구소 (CIMH)가 주관하는 회의를 통해 지역 내에서

향후 3-6개월 동안 해결해야 할 긴급한 사항들을 논의합니다. 이 회의는 현재의 기후와 기후변화 관점에서 진행됩니다. 현재 이 네트워크는 공항, 비행 정보 구역 (FIR), 국가 기상 예보를 위한 표준 항공/종합 기상 관측 및 예보를 생성하고 있습니다. 또한, TTMS의 기후 부문은 농업 분야에 대한 2주 예보를 정기적으로 생성하며, 이 예보에는 영향 기반 예보, 세 번째 및 네 번째 주의 하위 계절 확장 예보, 수자원 분야를 위한 월별 롤링 강수 예보, 6개월을 커버하는 월별 롤링 계절 강수 및 온도 예보, 월별 롤링 건조 지표 (SPI_3) 및 전망이 포함됩니다.

“우리는 많은 경우 그 서비스에서 일반적으로 맡았을 책임 이상으로 많은 의무와 책임을 맡을 [준비]가 되어 있습니다.”

*Kaidar Kisson, 기후예보관/기후학자,
트리니다드토바고 기상청*

성공요인

트리니다드 토바고의 발전은 우선 그들의 효과적인 리더십 덕분이라고 할 수 있습니다. 이는 자금의 증가로 이어졌습니다. 영국과 북부 아일랜드에서의 펠로우십을 마친 후, TTMS 기후 부문은 자국에서 기후변화의 영향에 대한 회복력의 필요성을 인식하게 되었습니다. 이 새로운 인식과 지식을 바탕으로, TTMS는 정부에 더 많은 교육과 자금을 위한 계획을 제시했습니다. 이 영감을 주는 이니셔티브는 모두를 위한 더 나은 미래를 창조하는 데 있어 리더십과 결단력의 힘을 보여줍니다. TTMS의 Kisson씨는 “우리는 많은 경우 그 서비스에서 일반적으로 맡았을 책임 이상으로 많은 의무와 책임을 맡을 준비가 되어 있습니다” 라고 말했습니다.

둘째로, 함께 협력하고 지식을 공유하며, 과학적 발전과 기술적 제품을 활용함으로써 TTMS는 큰 성과를 이루었다는 것을 보여줍니다. 바로 이러한 지역 협력을 통해 더 효율적으로 발전을 이루고 해결책을 찾을 수 있었습니다. 키슨 씨는 “카리브해 전역의 사람들과 많은 대화를 나누면 많은 공통점이 생깁니다. 그들이 무엇을 사용하는지, 어떤 것이 잘 작동하는지, 무엇이 잘 안되는지, 그들이 직면한 문제들이 무엇인지 알게 됩니다. 무엇을 할 수 있을지 도우려 하고, 많은 오픈 소스 소프트웨어를 사용하며, 그 소프트웨어에 대한 경험을 통해 업데이트하고 그것을 다른 사람들이 사용할 수 있도록 시스템에 다시 넣는 과정입니다. 이는 지속적인 과정입니다” 라고 언급했습니다.

마지막으로, 최종 사용자와 소통하고 그들의 필요를 진정으로 경청함으로써 고객에게 의미 있고 영향력 있는 경험을 만들 수 있습니다. 예를 들어, TTMS는 카카오 농민들과 의미 있는 상호작용

26 United Nations. *List of SIDS* web page. <https://www.un.org/ohrlls/content/list-sids>.

27 World Bank Group. *Climate Change Knowledge Portal, Trinidad and Tobago*. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/trinidad-and-tobago>.

28 Trinidad and Tobago Government. *Vulnerability and Capacity Assessment*. <https://www.planning.gov.tt/content/prepare-now-impact-climate-change>.

29 Trinidad and Tobago Government. *Vulnerability and Capacity Assessment*. <https://www.planning.gov.tt/content/prepare-now-impact-climate-change>.

30 Trinidad and Tobago Meteorological Service. *About Us* web page. https://www.metoffice.gov.tt/about_us.

하여 농민들이 날씨 변화에 맞춰 작물을 준비할 수 있도록 돕습니다. 기후변화로 인해 습도 수준이 준비되지 않은 작물에서는 급격하게 변화할 수 있습니다. 건조한 조건에서 자라야 하는 작물이 예상치 못한 습한 조건에 처하게 되거나 그 반대로, 습한 조건에서 잘 자라는 작물이 갑자기 건조한 조건에 놓이면 좋은 결과를 얻을 수 없습니다. TTMS는 고객과 후속조치를 취하고 그들의 만족을 보장함으로써 신뢰와 충성도를 쌓을 뿐만 아니라 고객의 성공에 대한 헌신을 보여줍니다. 증발률과 같은 추가적인 서비스가 유용할 것이라고 언급되었지만, 현재 기후 서비스는 이를 실현하기 위해 적절한 측정을 할 수 있는 도구를 갖추고 있지 않습니다. 그러나 협력함으로써 TTMS는 고객들의 삶에 실질적인 변화를 가져올 수 있습니다.

밝은 미래

TTMS는 최근 큰 진전을 이뤘지만, 여전히 해결해야 할 몇 가지 도전 과제가 있습니다. 이에 데이터 수집과 관련된 문제들이 포함되며, 이는 새로운 시스템과 기술 개발을 통해 해결되고 있습니다. 또한, 기관은 직원들을 위한 교육 및 개발 프로그램에 투자함으로써 인력 자원 제한을 극복하려고 노력하고 있습니다.

프로젝트 사례 연구

트리니다드 토바고의 해양 서비스 강화

도전 과제

섬 국가인 트리니다드 토바고는 인간 공동체와 해안 및 해양 환경 간에 밀접한 연결이 있으며, 이 환경들은 생계, 여가 및 위험의 원천이 됩니다. 블루 경제는 문화와 생계의 중요한 부분을 차지하고 있습니다. 해안 문화는 다양한 측면과 이해 관계자들이 존재합니다. 이에 영향을 미칠 수 있는 해양 위험에는 해안 홍수, 극단적인 해수면 변화, 위험한 해상 상태, 폭풍 해일, 열대 사이클론 및 해양 열파가 포함됩니다. 이러한 위험은 지구 온도 상승에 따라 점점 더 부정적인 영향을 미칠 것으로 예상됩니다. 이미 이러한 위험은 경제적 손실과 피해를 초래했으며, TTMS에는 국가의 해안 지역 주민들과 해양 및 해상 경제 부문에 적절한 해양 기상 정보를 제공해야 하는 새로운 요구가 제기되고 있습니다.

이를 위해 TTMS는 해양 및 해양학적 기상 서비스 역량을 강화하고 개발하는 것을 목표로 하고 있습니다. 이는 제공되는 서비스의 효과성을 향상시키고, TTMS 직원들의 해양 기상 예보 역량과 소통 능력을 강화하는 데 기여할 것입니다. 해양 공동체 내의 요구를 더 잘 이해하는 것은 향후 해양 기상 솔루션 개발에 매우 중요하며, 사용자 중심의 서비스를 제공하는 데 있어 공동 개발, 공동 설계 및 공동 전달이 핵심이 될 것입니다.

접근 방법

TTMS, 카리브해 기상 기후 (CMO) 및 WMO는 2023년 5월 16일부터 18일까지 트리니다드 토바고에서 "트리니다드 토바고의 해양 기상 및 해양학적 서비스 개선" 워크숍을 공동으로 개최했습니다.

TTMS는 쌍둥이섬에 영향을 미칠 수 있는 수문기상학적 현상에 대한 공식적인 조기경보 기관이며, 이 기능을 계속해서 수행할 것입니다. 동시에 다른 기관들과 지속적으로 아이디어와 전문 지식을 공유하는 것을 촉진할 것입니다.

또한 TTMS는 덩기열 경고를 제공하는 제품을 개발하려고 하지만, 아직 데이터 접근 문제를 해결해야 합니다. 데이터 수집 및 공유를 개선하기 위해 GEF와 함께 진행 중인 프로젝트는 다양한 기관들이 데이터를 공유할 수 있도록 공통 플랫폼을 구축하는 것을 목표로 하고 있습니다.

이러한 도전 과제에도 불구하고, TTMS는 제품과 서비스의 범위를 확장할 계획입니다. 이에 다른 지역들과 협력하고 데이터를 공유하는 작업이 포함됩니다. 또한 TTMS는 자사의 서비스가 사회에 미치는 영향을 더 잘 이해하기 위해 사회경제적 이점에 관한 연구도 진행할 예정입니다.

TTMS가 정부에 가치를 창출하는 주요 방법 중 하나는 비용 회수입니다. 데이터를 민간 기업에 판매함으로써, 기관은 새로운 제품과 서비스에 재투자할 수 있는 수익을 창출하고 있습니다. 이를 통해 TTMS는 정부와 더 넓은 커뮤니티에 최고 수준의 서비스를 계속해서 제공할 수 있게 될 것입니다.

워크숍의 실행 전략은 여러 중요한 단계를 포함하고 있었습니다. 2022년 11월, CREWS 카리브해 프로젝트의 일환으로 WMO와 그레나다 공항 당국이 그레나다에서 주최한 파일럿 워크숍을 시작으로, TTMS는 트리니다드 토바고에서 유사한 워크숍을 요청했습니다.

워크숍 목표는 다음과 같습니다:

- 사용자 요구를 가치 사슬의 결정 지점과 사용자와 관련된 기상 현상에 맞춰 파악하기;
 - 해양 및 기상 서비스가 해양 이해 관계자들이 일상적인 현업, 재해 위험 관리 및 사건 대응, 장기 계획 및 이니셔티브에서 의사결정을 어떻게 향상시킬 수 있는지 탐구하기;
 - TTMS와 TTMS 제품 및 서비스의 외부 최종 사용자 간의 관계를 확장하고 강화하기;
 - TTMS가 이해관계자의 요구를 충족시키기 위해 해양 기상 서비스를 제공하는 방식에 영향을 미치는 운영상의 제약과 원동력을 파악하기;
 - 이해 관계자의 피드백을 바탕으로 해양 기상 예보 통신을 강화하기;
 - TTMS가 제공하는 해양 기상 예보 서비스의 효과성을 개선하기.
- 두개의 섬에서 개최된 워크숍은 TTMS와 주요 해양 부문 사용자 간의 관계를 강화하고, TTMS가 그들의 요구와 필요를 더 잘 이해하게 했습니다. 워크숍 첫 이틀 동안, 어업, 항만 당국, 학계, 석유 및 가스, 관광, 재해 위험 감소 등 다양한 부문에서 50명

이상의 해양 서비스 대표자들과 사용자가 워크숍에 적극적으로 참여하고 기여했습니다. 이들 중 주요 요구 사항으로는 추가적인 해양 관련 정보 제공, 실시간 및 지역화 된 정보, 영향 기반 예보, 그리고 TTMS가 제공하는 더 접근하기 쉬운 정보가 포함되었습니다.

첫 이틀 동안 사용자 요구와 필요 사항이 수집되었고, 이를 세번째 날에 TTMS 직원들과 함께 분석하고 논의했습니다. 마지막 워크숍 날에는 천문 조수에 관한 교육 세션과 함께 TTMS와 NOAA의 지역 내 내부 전문가들이 지원했습니다.

결과

그 결과, 주요 사용자들의 요구 사항 요약과 기상 서비스의 요구 사항 진술이 작성되어 지역 당국에 제출되었습니다. 또한 해양 Bulletin이 개발되었습니다. 사용자들로부터 받은 피드백은 추가 개발이 필요한 부분을 식별하는 데 중요한 포인트를 제공했습니다. 중요한 분야 중 하나는 직원과 예보자들의 참여였습니다. 사용자 요구, 자원, 인적 역량, 그리고 이러한 요구를 충족시키기 위해 필요한 교육에 대한 편향 없는 분석이 이루어졌습니다. 정책 결정에 비추어 볼 때, 이러한 분석은 아직 어떤 진행에도 포함되지 않았으며, 이를 실현할 수 있는 자원이 현재 매우 부족하거나 전혀 없는 상황입니다.

한계와 교훈

노력에도 불구하고, TTMS의 제한된 역량으로 해양 팀은 해체되었으며, 사용자 맞춤형 해양 정보는 최상의 경우에도 기본적인 수준에 그쳤습니다. 그럼에도 불구하고, 특히 소규모 어민들과 관광업 및 기타 부문 대표자들과 상담하는 것이 매우 유익했습니다. 이를 통해 다양한 주요 사용자들의 요구사항을 실제로 파악할 수 있었습니다. 이러한 부분들은 해양 경보, 주의보 및 경보가 공통 경보 프로토콜 (CAP) 시스템을 발행될 때 해상 조건에 대한 현장 검증과 확인을

제공하는 데 중요한 역할을 합니다. “모두를 위한 조기 경보” 이니셔티브를 통해 모든 해양 부문이 참여하면, 일부 자원의 부족을 해결하는 데 도움이 되는 통합된 피드백 루프 메커니즘이 제공될 것입니다. 이러한 방식으로, 파악된 제한 사항들이 완전히 해결되지는 않겠지만, 해양 서비스를 제공할 수 있도록 부분적으로 해결될 것입니다. 이 접근법은 해양 서비스에 대한 집중을 강화하고, 적어도 TTMS가 해양 서비스 제공 특성에 맞게 조정될 수 있도록 도울 것입니다.

성공요인

이 이니셔티브의 성공은 TTMS가 주도한 세심한 워크숍 계획과 지역 조직을 포함시킨 노력 덕분입니다. TTMS는 지역 사회의 역 과 요구 사항에 대한 깊은 이해를 바탕으로 워크숍을 효과적으로 맞춤화할 수 있었습니다. 다양한 그룹의 지역 이해 관계자들이 워크숍에 포함되는 것이 매우 중요했습니다.

TTMS의 해양 서비스 제공의 지속 가능성은 이러한 제품과 서비스를 제공하는 직원들의 기여와 의지에 크게 의존할 것입니다. 이와 관련하여, 역량과 동기를 키우기 위한 전문 해양 교육과 이해 관계자들과의 상호 작용은 향후 발전을 위한 필수 요소입니다. 워크숍에서의 협력적인 접근법은 이니셔티브의 관련성과 효과성을 높였을 뿐만 아니라, 이해 관계자들 사이에서 권한 부여와 포용감을 조성하여 전체적인 성공의 핵심 요소가 되었습니다. 이와 관련하여, 이러한 핵심 분야에 집중하는 전담 해양 부서를 두는 것이 가치 사슬과 향후 발전의 핵심으로 제시됩니다.

파트너

WMO, TTMS, CMO, CIMH



Photo: Axp photography

포커스 국가: 남서 태평양

호주



Australia:
Climate Services Factsheet



Deadliest hazards:
Drought

Costliest hazards:
Drought



215 disasters



2177 deaths



0.12 Billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Mitigation target

Australia commits to reducing its greenhouse gas emissions by **43%** below 2005 levels by 2030

Adaptation focus

Australia looks forward to making even stronger contributions to global climate science and sharing expertise, experiences and skills across the globe toward stronger adaptation and resilience outcomes.

Climate Services Capacities

Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024)

Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Essential	Advanced
 Governance	Basic	Advanced
 Basic Systems	Essential	Advanced
Observing Networks	Advanced	Advanced
Data management	Full	Advanced
Monitoring systems	Basic	Advanced
Forecasting systems	Full	Advanced
 User Interface	Full	Advanced
 Capacity Development	Essential	Advanced
 Provision and application of climate services	Essential	Advanced
 M&E	Less than basic	Full

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Australia Bureau of Meteorology

Budget: 639,000,000 AUD / 422,698,500 USD - 2021

Data Sources: EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

호주는 정부 자금 지원과 정책을 통해 기후 서비스 분야에서 큰 발전을 이루었습니다. 호주는 호주 기후 서비스 (Australian Climate Service, ACS)를 설립하고 장기 예보 시스템을 업그레이드했습니다. 기후변화의 영향으로 인한 비용을 줄이기 위한 더 나은 기후 서비스의 필요성에 대한 인식이 높아지면서 기존 서비스들의 조정 및 개선이 이루어졌습니다. 호주는 지역 내에서 선도적인 역할을 해왔으며, 다른 나라 들로부터 많은 것을 배울 수 있다는 사실을 인식하고 있습니다.

변화 동기

호주는 남서태평양 지역에 위치한 거대한 국가로, 기후가 매우 다양하여 다양한 도전 과제를 안고 있습니다. 북부 지역은 열대 기후를 가지고 있으며, 내륙으로 갈수록 사막 기후가 나타나고, 남동부 지역은 온대에서 해양성 기후에 이릅니다.

이들 각 지역은 기후변화에 따른 다양한 위험에 노출되어 있습니다. 호주의 기상예에 의해 발생하는 자연 재해에는 가뭄, 산불, 홍수, 폭염, 열대 사이클론, 강한 뇌우 등이 포함됩니다. 기후변화는 가뭄을 더 길고 심각하게 만들고, 온도를 상승시키며, 폭풍과 홍수의 강도를 더 강하게 만들 것입니다. 최근 발생한 심각한 산불을 계기로 왕립위원회는 호주가 재해에 대한 국가 차원의 접근이 필요하다는 결론을 내렸습니다. 이에 따라 정부와 기관 간의 협력과 조정이 강화되고, 관할 구역 간 자원 공유가 확대되며, 더 민첩한 긴급 대응 및 복구 능력과 데이터, 시스템, 연구의 더 나은 수집 및 공유가 이루어지게 되었습니다.³¹

“우리는 유럽 일부가 운영하는 방식에서 많은 것을 배웠습니다. 예를 들어, 코페르니쿠스 플랫폼이 국가들 간의 데이터 공유를 어떻게 촉진하는지, 그리고 하나의 큰 그룹으로 운영되며 서로 돕는 방식이 인상적이었습니다”.

Skie Tobin, 선임기후위험 전문가

현황

2017년과 2022년 사이, 호주 기상청 (BoM)은 최신 버전의 ACCESS-S 모델을 기반으로 장기 예보를 업그레이드했습니다. 이 업그레이드에는 다주 및 계절별 “극한 기후 확률” (강수량이나 온도가 역사적 관측값의 상위 또는 하위 20%에 해당할 확률)을 추가하고, 업데이트 빈도를 늘리는 내용이 포함되었습니다.³² 다양한 연구 및 개발 기업들과 긴밀히 협력하여 개발에서 사용자 테스트 및 확장 활동에 이르는 전 과정에서 예보와 농업 의사 결정 간의 연결을 보장했습니다.³³

2021년에 설립된 새로운 호주 기후 서비스 (ACS)는 호주 정부의 광범위한 기후, 위험, 노출 및 취약성 데이터, 정보, 조언을 하나의 국가적 관점으로 연결하고 활용하는 중앙 기관으로 역할을 합니다.³⁴ 기상청 (BoM)은 ACS의 핵심 파트너입니다.

ACS는 더 나은 기후예측을 위해 지식과 전문성을 모으고, 고위험 기상 시즌에 대한 재해 대비 활동을 지원하며, 24시간 7일 운영되는 국가 상황실 (National Situation Room)의 위기 관리 정보와 정부 전체의 조정 활동을 지원합니다.

성공요인

이미 뛰어난 전문성을 갖춘 호주 정부는 ACS를 설립하고 국가 기후 위험 평가를 수행하기로 결정함으로써 기상청 (BoM)이 기존의 도구와 프레임워크를 개선할 수 있게 했습니다. 생명 손실과 경제적 비용에 대한 인식은 당국이 국가 차원에서 재해 위험 관리 및 기후변화 관련 위험에 접근하려는 동기를 부여했습니다.

또한 호주는 서로 배우는 것이 중요하다는 점을 강하게 인식하고 있습니다. Skie Tobin 선임 기후위험 전문가에 따르면, “우리는 태평양 이웃들과의 협력은 서로의 특정 요구 사항을 배우고, 우리가 가진 전문 지식과 경험을 그들과 공유하는 방법을 확립하는 것이었습니다. 또한 우리가 제공하는 서비스를 더 맞춤화하거나 더 관련성 있게 만드는 방법에 대해서도 논의했습니다.”

국제 동료들과 다양한 분야 간의 관계의 가치를 되새기며 토빈은 이렇게 덧붙였습니다. “서비스 개선에 대한 과학적인 지속적 논의가 중요합니다. 자신이 속한 기관에서만 보는 것이 아니라 외부를 바라보면 더 나은 글로벌 접근 방식을 얻을 수 있고, 다른 과학 분야에서 누군가가 이미 오랫동안 시행해온 것을 발견할 수 있습니다.”

즉, BoM에게는 기후 서비스의 개선과 기후변화의 영향에 대한 국가 차원의 회복력 향상을 위해 국가적, 지역적, 글로벌 차원에서의 협력이 매우 중요합니다.

밝은 미래

BOM의 역학적 다운스케일 된 지역 기후 예측 (BARPA), 고해상도 지역 재분석 데이터셋 (BARRA), 그리고 개선된 현장 관측 강소 데이터셋 (AGCD)은 모두 2020년 이후 공개되었습니다. 이러한 데이터셋과 그 평가, 검증 및 적용을 포함한 지속적인 작업은 호주에서 기후 서비스의 추가 발전을 위한 기초가 될 것입니다. BoM의 데이터셋과 이를 기반으로 한 제품 및 서비스는 ACS가 “위험, 예보, 교육 등과 관련된 모든 정보, 지식, 과학 및 예측을 제공하는 주요 장소로서의 역할을 돕는 BoM의 접근 방식의 일환으로 작동할 것입니다. 이후 에너지 분야를 위한 제품 및 서비스를 개발하는 초기 ACS 프로젝트를 마친 후, 현재는 다른 분야들과도 비슷한 협업을 진행하고 있습니다.

31 Australian Climate Service. *Climate Change Risks and Impacts* web page. <https://www.acs.gov.au/pages/7664368cfd54115b61e263a357164d2>.

32 <http://www.bom.gov.au/research/projects/FWFA/>

33 <https://grdc.com.au/resources-and-publications/grdc-update-papers/tab-content/grdc-update-papers/2021/05/forewarned-is-forearmed-exploring-the-value-of-new-forecast-products-from-the-bom-to-enable-more-informed-decisions-on-profit-and-risk-on-grain-farms>

34 Australian Government Transparency Portal. *Australian Climate Service* web page. <https://www.transparency.gov.au/publications/climate-change-energy-the-environment-and-water/bureau-of-meteorology/bureau-of-meteorology-annual-report-2021-22/section-3---group-performance/australian-climate-service#>.

포커스 국가: 남서 태평양

필리핀

프로젝트 사례 연구

여성과 소녀에 중점을 둔 기후변화 취약성 평가 방법

도전과제

필리핀은 극단적인 기상 이변과 점진적인 기후변화 경향 모두에 매우 취약합니다.³⁵ 필리핀은 세계 재난 위험 보고서에서 전세계적으로 재난 위험이 가장 높은 국가로 꼽힙니다.³⁶ 기후변화에 취약한 집단 중 2020년에 태어난 아이들은 60년 전 사람들보다 4.9배 더 많은 폭염, 2.3배 더 많은 강의 홍수, 1.2배 더 많은 가뭄, 1.5배 더 많은 농작물 실패를 경험할 것으로 예상됩니다.³⁷

기후변화의 실질적인 영향 외에도, 사회적 불평등은 기후변화의 부정적인 결과에 대한 인구의 취약성 및 회복력을 형성하는 중요한 역할을 합니다. 건강, 경제 및 사회정치적 요인이 기후변화와 교차하면서 이미 위험에 처한 집단, 특히 여성과 소녀들에게 더 큰 도전을 안겨줍니다.³⁸ 기후변화로 인해 악화되는 여성과 소녀들의 경제적, 사회정치적 취약성에는 성폭력, 의사결정³⁹에서의 대표성 부족, 그리고 자녀를 돌보는 동시에 추가적인 수입이나 고용을 찾는 이중 부담이 포함됩니다.

이와 관련된 행동 연구는 지역 주도형, 성평등을 촉진하고 아동 친화적인 기후 위험 및 취약성 평가 (CRVA) 도구를 시험적으로 사용해 보는 것이었습니다. 이 도구는 성별 및 연령별로 기후 재해로 인한 위험에 대한 여성과 소녀들의 취약성과 회복력에 영향을 미치는 요인들을 식별하고 수량화합니다. 또한 이 도구는 이러한 요인들이 기후 위험을 어떻게 형성하는지 깊이 있게 탐구하기 위한 질적 접근법을 통합하고 있습니다. 이 정보는 지방 차원에서 기후변화 적응 및 완화 계획을 지원하는 정책 개발에 도움을 줄 것으로 보입니다. 필리핀의 지리적 다양성, 분권화 된 정부라는 독특한 정치적 맥락, 그리고 생계와 지역 환경 간의 밀접한 연결을 고려하여, 도시 및 지방 단위에서의 위치별 분석이 사용되었습니다.

접근방법

이 연구는 설명적 순차 혼합 방법 연구 디자인을 사용했으며, 먼저 정략적 데이터 수집을 진행한 후 질적 데이터 수집과 분석을 이어갔습니다. 연구의 전반적인 프레임워크로는 유럽연합 공동 연구소 (JRC)와 국제기후 상임위원회 (IASC)의 INFORM 리스크 프레임워크를 사용했습니다.⁴⁰ 이 프레임워크는 리스크를 재해 노출과 취약성의 직접적인 함수로 정의하고, 회복력 역량과 간접적으로 관련이 있다고 설명합니다. (기후변화 리스크 = 재해 노출 x 취약성 / 회복 역량).

CRVA 프레임워크의 각 리스크 차원은 여러 하위 도메인으로 나누어졌습니다. 재해 노출 하위 도메인에는 필리핀에서 발생하는 주요 기후변화 문제와 사건들이 반영되었으며, 이는 2017년 기후변화 위원회가 식별한 주요 재해 노출 사건을 기준으로 했습니다. 취약성 하위 도메인은 2023년에 세계 경제 포럼 (WEF)이 개발한 성별 격차 지수 (GGI)를 기준으로 하였으며, 이 지수는 경제적 참여와 기회, 교육 수준, 건강과 생존, 정치적 권한 부여라는 네 가지 주요 차원에서 성별 평등의 현재 상태와 진전을 측정하는 데 사용됩니다. 한편, 회복력 역량 하위 도메인은 세계보건기구 (WHO)의 건강 시스템 구축 블록을 채택하였으며,⁴¹ 이는 건강 시스템 강화를 평가하고 설명하는데 사용되는 분석적 프레임워크입니다.

기후 리스크 점수를 결정하고, 리스크 요인을 정의, 매핑, 및 우선순위를 매기기 위해 지표 기반 접근 방식이 사용되었습니다. 가장 최근의 국가, 지방 및 시군 단위 조사 및 자료에서 수집된 지표들이 각 하위 도메인에 대한 측정 가능한 변수로 활용되었습니다. 예를 들어, 모성 사망률은 특정 인구의 모성 건강과 의료 접근성을 나타내는 지표 중 하나입니다.⁴² 이 지표들은 기존에 발표된 문헌과

35 World Bank Group. *Climate Change Knowledge Portal, Philippines: Risk - Historical Hazards* web page. <https://climateknowledgeportal.worldbank.org/country/philippines/vulnerability>.

36 Bündnis Entwicklung Hilft; Institute for International Law of Peace and Armed Conflict (IFHV). *World Risk Report 2023*; Bündnis Entwicklung Hilft: Berlin, 2023. <https://weltrisikobericht.de/worldriskreport/>.

37 Save the Children. *Climate Crisis: Children Face Life with Far More Heatwaves, Floods, Droughts, and Wildfires than Grandparents* [Press release]. 26 September 2021. <https://www.savethechildren.org/us/about-us/media-and-news/2021-press-releases/climate-crisis-children-face-greater-impact-than-grandparents>.

38 Reyes, D. D.; Lu, J. L. Gender Dimension in Disaster Situations: A Case Study of Flood Prone Women in Malabon City, Metro Manila. *International Journal of Disaster Risk Reduction* 2016, 15, 162-168. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2015.11.001>.

39 Philippine Commission on Women. *Environment Sector* web page, 2023. <https://pcw.gov.ph/environment/>.

40 Marin-Ferrer, M.; Vernaccini, L.; Poljansek, K. *Index for Risk Management - INFORM: Concept and Methodology Report, Version 2017*; Joint Research Centre European Commission: Luxembourg, 2017. doi:10.2760/094023.

41 World Health Organization (WHO). *Monitoring the Building Blocks of Health Systems: A Handbook of Indicators and Their Measurement Strategies*; WHO: Geneva, 2010. <https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/258734/9789241564052-eng.pdf>.

42 Ronsmans, C.; Graham, W. J. Maternal Mortality: Who, When, Where, and Why. *The Lancet* 2006, 368(9542), 1189-1200. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(06\)69380-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(06)69380-X).

회색문헌⁴³, 그리고 기후 및 성별 전문가들과의 주요 상담을 통해 선택되었습니다. 데이터 추출 도구를 사용하여 미리 인코딩된 데이터를 활용한 이 도구는 각 도메인에 따라 원시 지표 데이터를 리스크 점수로 변환합니다. 리스크 점수는 이후 정규화되어 계층화되고, 필리핀 내 모든 도시 및 지방 자치 단체의 리스크 점수와 비교하여 평가됩니다. 그 결과는 전체 도시나 지방 자치 단체와 각 리스크 차원을 고위험, 고중위험, 중위험, 중저위험, 저위험으로 분류하며, 리스크 맵을 통해 색상 코드로 리스크 요인을 시각화하여 우선순위를 정합니다.

정성적 측면은 정량적 결과를 더 잘 설명하기 위해 설계되었습니다. 이 부분은 여성들과의 집중 그룹토론과 소녀들을 위한 활동 워크북을 포함하고 있습니다. 활동 워크북은 소녀들의 관점에서 기후 리스크와 그 영향을 설명할 수 있도록 돕는 아동 친화적인 도구로, 기후 리스크와 성평등에 대한 논의를 촉진합니다. 이 활동은 특정 기후 사건과 그 영향, 인구별 취약성 및 회복력 조치, 그리고 여성과 소녀들의 기후 회복력을 강화하기 위한 권장 사항에 대한 통찰을 밝히는 것을 목표로 했습니다..

연구 범위와 연구 대상은 연구 당시 서부 사마르와 말라본시에 거주하는 10세에서 65세 사이의 출생 시 여성으로, 이를 통해 농촌 지자체와 도시를 대표하는 인구를 선정했습니다. 참가자들과의 정성적 워크숍 결과는 주제 분석을 통해 분석되었으며, 이후 정량적 평가 결과와 결합하여 지방 자치 단체 (LGU)가 따를 수 있는 제안사항을 도출했습니다.

결과

정량적 평가에 따르면, 서부 사마르 지역의 전체 기후 리스크 점수는 중간-낮음으로 평가되었으며, 위험 노출은 높고, 취약성은 중간-낮음, 회복력은 높다고 합니다. 63명의 여성과 소녀들과의 논의를 통해 정량적 도구에서 완전히 포착되지 않은 취약성도 드러났습니다.

대부분의 여성과 소녀들은 지난 1년 동안 강한 태풍 (86%)과 심각한 홍수 (51%)를 경험했다고 보고했습니다. 일부 여성들은 가뭄 (32%), 산사태 (32%)를 주요 재해로 지목하기도 했습니다.

서부 사마르의 파라나스와 팍상한 지자체에서는 여성과 소녀들의 기후 취약성이 중간-낮음으로 나타났습니다. 처음에는 여성들이 남편보다 적게 벌고, 영양 상태가 좋지 않으며, 여성의 학교 출석율이 낮다는 위험 요인이 식별되었습니다. 추가 조사를 통해, 대부분의 가족 돌봄 일을 하면서 기후와 무관한 생계를 꾸려야 하는 이중 부담과 같은 추가적인 취약성도 드러났습니다.

말라본시는 정량적 평가에 따르면, 전반적으로 기후 리스크가 낮고 위험 노출은 중간, 취약성은 중간-낮음, 회복력은 좋다고 평가되었습니다. 이후 참여형 워크숍에 30명의 참가자가 모집되었습니다. 말라본시는 해수면 상승 (중간-낮음), 심각한 해수면 (중간-높음), 과도한 바람과 같은 반복적인 위협에 대해 중간 리스크를 보였습니다. 태풍은 참가자들이 가장 자주 언급한 기후 현상 (83.9%)이었습니다. 말라본시는 역사적인 취약성을 인식하고, 지방정부는 인프라 개선 조치를 취해 최근 몇 년 동안 대규모 홍수 피해의 빈도를 줄였습니다.

이러한 위험에도 불구하고, 말라본시의 회복력 지표는 강하게 평가되었으며, 이는 정치 및 지역 사회 기반 조직에서 여성들이 리더십 역할에 적극적으로 참여하고 있음을 보여줍니다. 지역 사회는 재난 위험 감소 및 준비 활동에 참여하려는 강한 의지를 나타냈으며 (57.1%), 시민 사회 조직의 역할에 대해 긍정적으로 평가했습니다. (47.1%). 또한, 지역 주민들은 여성의 의견과 참여를 보다 잘 반영할 수 있도록 지방 정부의 의사 결정 과정에서 개혁이 필요하다고 밝혔습니다.

파트너

세이브더칠드런 (Save the Children)

43 회색 문헌 (Grey literature)은 전통적인 출판 및 배포 경로 외부에서 생산된 정보입니다.

프로젝트 사례 연구

필리핀을 위한 다중 재해 영향 기반 예측 및 조기 경보 시스템

도전과제

이 프로젝트는 기후변화로 인해 악화된 필리핀의 극단적인 기상 현상에 대한 취약성을 해결하는 것을 목표로 했습니다. 이를 위해 다중 재해 영향 기반 예측 및 조기 경보 시스템 (MH-IBF-EWS)을 제안하여 준비태세와 대응력을 강화하고자 했습니다. 이 시스템은 단순한 예보가 아니라 재해의 잠재적 영향을 중점적으로 다루어, 국가 및 지역 수준에서 이해와 대응을 개선하는 것을 목표로 했습니다.

MH-IBF-EWS의 목표는 특정 지역과 부문에 맞춘 시기적절하고 의미 있는 실천 가능한 경보를 제공하여 재난 관리의 효율성을 높이는 것이었습니다. 이 프로젝트는 네 가지 주요 결과물을 포함했습니다:

- 과학 기반의 다중 재해 날씨 및 위험 정보 생성;
- MH-IBF-EWS 구축;
- 국가 및 지역의 실행 역량 강화;
- 기후 위험 정보를 정책 및 계획에 통합.

접근방법

국가 수준에서는 표준화된 방법론이 개발되었고, 지역 수준에서는 방법론을 지역에 맞게 적용하고 조기 행동 프로토콜을 개발하는 활동에 집중했습니다. 또한, 모든 이해관계자들이 MH-IBF-EWS를 효과적으로 이해하고 활용할 수 있도록 역량 개발이 중요한 요소로 포함되었습니다. 이 프로젝트는 위험 기반 예측 및 경보에서 영향 기반 예측 및 경보로의 전환을 목표로 하였으며, 궁극적으로 사회 모든 부문에서 기후 관련 재해에 대한 회복력을 증대시키는 것을 목표로 했습니다.

결과

이 프로젝트는 여러가지 도전과제에도 불구하고 양적 및 질적 측면에서 중요한 이점과 결과를 달성했습니다. 양적으로, 프로젝트는 목표 지역에 있는 자동 기상 관측소 (AWS) 72%를 성공적으로 현업화했으며, 그 중 23개의 AWS 유닛이 카가얀 강 유역 (CRB) 지역에 설치되었습니다. 이베라 주 카우아얀 시에 X-밴드 레이더를 설치한 것은 지역의 기상 모니터링 능력을 향상시키는 중요한 이정표였습니다.

또한 이 프로젝트는 이해관계자들의 기술 역량을 구축하기 위해서 여러 교육 워크숍을 운영했습니다. 이 워크숍에는 9개 프로젝트 팀에서 온 27명이 참석했으며, 데이터 수집, 분석 및 조기 경보 전달과정의 개선에 중점을 두었습니다. 그 외에도 장비 목록과 관측 네트워크의 테이블탑 검토가 완료되었고, 다바오 데 오로 주 뉴 바탄 지자체에서는 경사 모니터링 장비와 강수량 측정기를 설치하여 산사태 예측을 강화하는 현장 조사가 진행 중입니다.

또한, 카가얀 강 유역 (CRB)을 위한 수리학적 정보 수집, 즉 수위 및 수리 방류 데이터는 완료되었으며, 팔로 강 유역과 CRB에 대한 수로 조사도 진행 중입니다.

이 프로젝트는 또한 심각한 바람, 태풍 해일, 홍수 및 강풍에 대한 확률적 재해 지도를 위한 기준값을 설정하고, 확률적 산사태 재해 맵핑을 위한 방법론을 개발했습니다.

질적으로, 이 프로젝트는 이해관계자 참여와 기술 역량 강화에서 상당한 진전을 이루었습니다. 다양한 워크숍과 이해관계자 회의를 통해 참가자들의 인식과 준비 태세가 향상되었으며, IBF와 EWS에 대한 이해가 깊어졌습니다. 중요한 활동으로는 4개의 파트너 지방자치단체에서 진행된 3일간의 킥오프 및 이해관계자 참여 (KOSE) 워크숍이 있었으며, 이 워크숍에는 700명 이상의 참가자가 참여했습니다. 또한, 프로젝트는 영국 기상청 (UK Met Office)과 협력하여 100명의 기술 인력을 대상으로 5일간의 IBF 및 EWS 교육과정을 실시했습니다.

더불어, 조기 행동 프로토콜 (Early Action Protocol, EAP) 가이드북 개발을 위한 정책 맵핑과 조기 행동 및 재난 전 계획과 관련된 국가 및 지역 정책의 재검토 작업이 진행 중입니다. 기후 위험 정보와 MH-IBF-EWS를 개발 정책 및 계획, 투자 프로그램, 회복력 계획에 통합하려는 노력도 진행 중이며, 이는 국가 및 지역 수준에서 내무지방정부부와 민간 방위청 (Office of Civil Defense)이 주도하고 있습니다. 또한, 필리핀에서 사람 중심의 MH-IBF-EWS를 제도화하려는 종합적인 접근 방식을 강조하는 국립 기관 및 조직과의 협력이 이루어지고 있습니다. 예를 들어, '임박한 재난 선언 법안' 초안 수정과 START 네트워크 및 CARE 필리핀과의 논의가 그 일환입니다.

후원 및 실행 파트너

GCF, Philippine Atmospheric, Geophysical and Astronomical Services Administration (PAGASA), UK Met Office, START Network, CARE Philippines

포커스 국가: 유럽

벨기에



Belgium:

Climate Services Factsheet



Climate Extremes

Deadliest hazards:
Heat wave

Costliest hazards:
Storm



65 disasters



5484 deaths



5.9 billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EMDAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Mitigation target

The EU and its Member States, acting jointly, are committed to a legally binding target of a domestic reduction of net greenhouse gas emissions by at least **55%** compared to 1990 by 2030.

Climate Services Capacities		
Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024)		
Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Basic	Essential
 Governance	Less than basic	Full
 Basic Systems	Essential	Essential
Observing Networks	Essential	Full
Data management	Essential	Full
Monitoring systems	Full	Advanced
Forecasting systems	Less than basic	Full
 User Interface	Basic	Full
 Capacity Development	Basic	Less than basic
 Provision and application of climate services	Basic	Basic
 M&E	Basic	Basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

Royal Meteorological Institute of Belgium
 Budget: 24,923,886 EUR / 26,810,624 USD- 2020

Data Sources: EMDAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services Implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

벨기에 기후 센터 (Belgian Climate Centre)의 설립을 통해 벨기에에는 기후 관련 정보와 기후 서비스를 수집하고 전달하는 중앙 허브를 만들었습니다. 벨기에 기후 센터의 미션은 기후 완화 및 적응을 위한 과학의 영향을 극대화하여 효율적이고 사회적으로 공정한 전환을 지원하는 것입니다. 벨기에 기후 센터는 벨기에의 과학 연구 역량을 강화하고, 왕립 기상 연구소 (Royal Meteorological Institute, RMI)와 연구 커뮤니티의 기후 관련 지식과 데이터를 통합하며, 이들이 정책 입안자, 위기 대응 센터, 기업, 미디어 등 최종 사용자의 특정 요구에 맞게 정보를 조정할 수 있도록 지원합니다. 또한 연구자와 다양한 이해관계자들 간의 지식 전달을 촉진합니다. 이 센터는 또한 사회적 행위자들의 경험을 연구자에게 전달하고, 연구 프로그램의 일관성과 전략적 영향을 증대시키며, 자금 지원 기회를 활용하여 연구 프로그램의 효과를 높이는 것을 목표로 합니다.

변화 동기

벨기에에는 북서유럽에 위치한 개발된 국가로, 고도로 도시화되고 인구 밀도가 높은 나라입니다. 벨기에의 도시화 과정은 거의 완료된 것으로 보이며, 자연 환경은 국가의 토지 면적의 23%를 차지하고 있습니다. 73km 북해와 접한 해안선은 따뜻한 걸프 해류의 영향을 받으며, 벨기에의 위도는 온대 해양성 기후를 제공합니다. 전통적으로 여름은 비교적 시원하고 습하며, 겨울은 온화하고 비가 많이 오는 기후였습니다. 그러나 최근 몇 년 동안 기온은 지속적으로 상승하는 추세를 보였으며 (브뤼셀의 유클레 지역에서는 1981년 이후 10년마다 0.41 °C씩 상승), 연평균 강수량도 증가했으며, 강수로 인한 현상의 강도도 더 강해졌습니다. 2019년 여름, 벨기에에는 세 번의 연속적인 폭염을 경험했으며, 이로 인해 비정상적인 높은 사망률이 발생해 국민들을 충격에 빠뜨렸습니다. 2021년 7월, 벨기에에는 네덜란드와 독일과 함께 극단적인 강수량에 놀라며, 전례 없는 홍수가 발생했습니다. 이로 인해 39명이 사망하고, 전력 공급이 중단되며, 28억 유로⁴⁴의 경제적 피해가 발생했으며, 이는 모든 이해관계자와 일반 국민들에게 충격을 주었습니다.

벨기에의 기후변화는 더 길고 강렬한 폭염을 의미하며, 도시화된 상태에서는 폭염 동안 도시 거주자들이 가장 높은 열 스트레스를 경험할 것입니다. 실제로 브뤼셀의 여름 평균 기온은 파리 협정의 목표인 1.5 °C 및 2 °C의 지구 온도 상승을 따른다면, 세기 말까지 3.6 °C에서 4.1 °C까지 상승할 것으로 예상됩니다. 도시화된 지역은 여름 동안 더 극단적인 강수와 잠재적인 홍수를 경험할 것으로 예상됩니다. 마지막으로, 현재의 지구 온난화 시나리오에서는 서남극 빙상과 그린란드 빙상의 붕괴 위험이 크게 증가한 것으로 보입니다. 이는 수 미터의 해수면 상승을 의미하며, 벨기에와 네덜란드에 재앙적인 결과를 초래할 수 있습니다.

현황

벨기에에는 세 개의 공동체와 세 개의 지역으로 구성된 연방 국가로, 각 지역은 자체적인 거버넌스 구조를 가지고 있습니다. 기후 연구는 대학을 포함한 여러 연구 기관에서 수행되며, 이들 연구 기관은 연방, 지역 또는 공동체 당국에 의존하고 있습니다.

벨기에 기상청 (RMI)은 기상 관측, 모니터링, 예보 및 경보 활동을 담당하고 있으며, 기후 및 영향 모델링 활동은 RMI 뿐만 아니라 다른 연방 및 지역 연구 기관과 대학에서도 진행됩니다. 2015년에 시작된 기후 모델링 전문 지식을 통합하고 조정하기 위한 국가 연구 프로젝트는 벨기에 기후 센터 설립의 중요한 계기가 되었습니다. 특히, 이 프로젝트는 벨기에에 대한 고해상도 기후 시나리오를 만들고, 기후 서비스의 적응 및 완화를 지원하기 위해 지역 기후 모델 정보와 지역적 영향 사이의 간격을 해소할 수 있는 벨기에의 기후 프레임워크를 개발하는 것을 목표로 했습니다.

또한, 2019년의 폭염과 2021년의 홍수는 단순히 미래의 변화된 기후에 대비하기 위한 적응 및 준비를 가능하게 하는 더 나은 정보와 데이터의 필요성을 부각시켰습니다. 이 사건들은 경보 생성 및 전달 단계에서 개선이 필요함을 보여주기도 했습니다. 드 트로크 박사는 벨기에 기후 센터를 NFCS (국가 기후 서비스 시스템)의 구체적인 구현으로 보고 있습니다. 벨기에 기후 센터는 기후 관련 정보를 생산하고 전달하는 모든 이해관계자들이 서로 만날 수 있는 구조적 틀을 매우 실용적인 방식으로 제공합니다.

“벨기에에는 기후 관련 연구 전문 전문성, 데이터 및 서비스가 풍부하지만, 이들이 너무 분산되어 있습니다.”

Dr Rozemien De Troch, 프로그램 매니저, 기후서비스, 벨기에 기후 센터

성공요인

벨기에 성공의 중심에는 향상된 기후 정보에 대한 전 사회적인 필요성에 있습니다. 2019년과 2021년 여름의 사건 이후, 시민들부터 정부의 고위층에 이르기까지 모두가 변화가 필요하다는 것을 확실히 인지하게 되었습니다. 기존의 전문 지식, 전략 및 프레임워크를 바탕으로 벨기에 기후 센터는 모든 이해관계자들을 모으고, 사용자들이 자신의 요구를 제공자가 사용할 수 있도록 표현하는 것을 돕습니다. 2024년 2월, 벨기에 기후 센터는 첫 번째 “벨기에 기후 행동을 위한 과학” 회의를 개최했습니다. 약 400명의 과학자, 학자, 의사결정자 및 민간 부문 대표들이 워크숍, 발표, 토론 및 과학 세션에 참여하기 위해 모였습니다.

44 Gouvernement Wallon, 2022

기상 및 기후 서비스에 대한 특정한 사회경제적 이익 연구는 지금까지 진행되지 않았지만, 이번 회의에 참석한 보험 업계는 기후변화의 비용에 대한 수치를 제시할 수 있을 것입니다. 벨기에에서 자연재해와 관련된 손해 청구는 매년 7%씩 증가하고 있으며, 전세계적으로 지난 5년 동안 보험 업계 만으로도 자연재해로 인한 비용이 1,000억 유로에 달했습니다. 보험 업계는 1.5 °C 시나리오에서는 이 수치가 20% 증가하고, 2 °C 시나리오에서는 무려 50% 증가할 것으로 예상하고 있습니다.

회의 말미에 진행된 만족도 조사에서는 참가자들이 과학 커뮤니티와 이해관계자들과 연결될 수 있어 매우 기뻐했으며, 참석자 대부분이 회의 내용에 매우 만족했다고 보고했습니다.

미래 엿보기

벨기에의 다음 단계는 과학 연구 커뮤니티를 더욱 강화하고, 연구 커뮤니티에서 벨기에 이해관계자들에게 지식 전달을 계속해서 촉진하는 데 있습니다. 무엇보다 중요한 목표는 데이터와 정보에 대한 접근을 개선하는 것이며, 벨기에 기후 센터는 모든 이해관계자가 접근할 수 있는 중앙 지점 역할을 목표로 하고 있습니다.

벨기에 기후 센터는 기후위기와 기후 중립적이고 회복력 있는 사회로의

공정한 전환과 관련된 육상, 기술 및 사회적 주제를 포함한 물리적 기후과학에 직접적 또는 간접적으로 의존하며, 보통 완화 및 적응 전략을 위한 의사결정 지원이 필요한 부문 사용자들에게 영향을 기반으로 한 정보를 제공합니다.

사용자 시너지

벨기에 기후 센터와 기상청은 민간 부문에서 정보를 자주 요청받고 있습니다. 특히 벨기에 기후 센터는 최근 컨설팅 회사인 Deloitte와 함께 기후변화 위험 평가를 위한 기후 예측의 중요성을 보여주기 위한 백서를 작성했습니다. 이 백서는 금융 및 물리적 자산에 대한 기후변화 위험 평가 개발에서 기후 예측의 중요성을 강조하는 것을 목표로 했습니다. 최근 유럽 법률에 따라, 유럽 그린 딜과 함께, 기업은 EU 분류법 (EU Taxonomy)과 기업 지속 가능성 보고 지침 (Corporate Sustainability Reporting Directive, CSRD)을 준수해야 합니다. 두 가지 평가 도구는 기업의 자산과 활동의 지속 가능성을 점검합니다. 준수는 필수이며, Deloitte의 대표자는 “우리는 그들이 후회 없는 강력한 투자 결정을 내릴 수 있도록 돕습니다”라고 지적합니다. 이러한 평가를 위해서는 견고하고 과학적으로 기반을 둔 기후 데이터가 필요하며, 민간 부문은 방대한 규모로 최상의 정보를 요구합니다.



Photo: Clement Duguerre

포커스 국가: 유럽

아일랜드



Ireland:
Climate Services Factsheet



Deadliest hazards:
Heat wave

Costliest hazards:
Storm



24 disasters



72 deaths



1.1 billion economic losses

Disaster Profile: Weather, water, climate-related Disaster Events (1950-2024) source: EM DAT accessed on 12/04/2024

Nationally Determined Contributions 2021-2030

Mitigation target

The EU and its Member States, acting jointly, are committed to a legally binding target of a domestic reduction of net greenhouse gas emissions by at least **55%** compared to 1990 by 2030.

Climate Services Capacities		
Climate services capacities, Source : WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024)		
Value Chain Component	2019	2024
Overall capacity level	Essential	Full
 Governance	Advanced	Advanced
 Basic Systems	Full	Full
Observing Networks	Full	Full
Data management	Advanced	Advanced
Monitoring systems	Full	Full
Forecasting systems	Essential	Full
 User Interface	Full	Advanced
 Capacity Development	NA	NA
 Provision and application of climate services	Essential	Advanced
 M&E	Basic	Less than basic

Capacity Levels

- Less than basic
- Basic
- Essential
- Full
- Advanced

The Irish Meteorological Services
 Budget: **36,000,000 EUR / 40,009,752 USD**- 2020

Data Sources: EM DAT- NDC- WMO Checklist for Climate Services implementation (2019-2024) responses - Early warning financing tracking observatory- WMO Member profile dashboard

개요

중앙집중화, 표준화 및 이해관계자 참여를 통한 아일랜드는 지난 5년 동안 기후 서비스 제공 및 적용에서 상당한 진전을 이루었습니다. 아일랜드는 연구 이니셔티브인 TRANSLATE를 성공적으로 활용하여 NFCS의 형성을 이끌었으며, NFCS는 이미 여러 부문과 국가 정책을 지원하기 위해 영향을 기반으로 한 기후 정보를 제공하는 중심적인 역할을 하고 있습니다.

변화 동기

아일랜드는 유럽의 가장 서쪽 끝에 위치한 북대서양의 섬나라로, 대서양 세로 순환 (Atlantic Meridional Overturning Circulation, AMOC)의 영향을 크게 받습니다. AMOC는 2100년까지 30%-40% 감소할 것으로 예상되는 해양 순환 시스템입니다.⁴⁵ 아일랜드의 지리적 특징과 기후는 해수면 상승으로 인한 해안 침식과 홍수, 강수 패턴 변화로 인한 내륙 홍수, 그리고 기온 상승과 더 건조한 여름으로 인한 물 부족 등 높은 기후위험에 처해 있습니다. 이미 아일랜드는 극한 기후를 겪었으며, 2023년은 기록상 가장 따뜻하고 비가 많이 내린 해였습니다.⁴⁶ 최근에는 2022년 2월, 일주일 사이에 세 개의 이름이 붙은 폭풍 중 두 번째 폭풍인 유니스 (*Eunice*)가 발생해 광범위한 정전 (8만 가구 피해), 국지적인 홍수 및 사망자를 초래했습니다.⁴⁷

기후변화의 영향이 심화될 것으로 예상됨에 따라 아일랜드는 극단적인 기상 현상과 기타 재해가 초래하는 실존적 위협을 인식하게 되었습니다. 2018년 국가 적응 프레임워크 (NAF)의 발표에 이어, 아일랜드는 부문별 적응 계획을 의무화했습니다. 이 계획들은 아일랜드가 기후변화에 대비할 수 있도록 강화하는 것을 목표로 하며, 기후 정보에 대한 수요를 급증시켰고, 그로 인해 표준화된 기후 예측에 대한 절실한 필요성이 드러났습니다.

현황

2019년 아일랜드의 기후 서비스 (CS)는 “분산적”이라고 할 수 있었으며, 기후 정보는 “임시적이고 프로젝트별 방식”으로 개발되었습니다.⁴⁸ 이로 인해 다양한 부문과 지방자치단체 간에 자원, 데이터 기준선 및 최종 제출물에 극명한 차이가 발생했습니다. 공통된 연결 고리가 없었기 때문에 요구된 적응 계획들이 서로 연결되기 어려웠고, 이는 포괄적인 국가 정책 개발에 어려움을 초래했습니다. 이러한 상황은 아일랜드 기상 서비스 (Met Éireann)에게 기후 데이터의 표준화 및 체계화의 필요성을 일깨워 주었습니다.

오늘날, 아일랜드는 “어떤 기후 서비스든 개발할 수 있는 완벽한 레고 블록” 역할을 하는 톨킷을 성공적으로 구축했다고 Keith Lambkin, Met Éireann의 기후 서비스 책임자는 말합니다. 지난 5년 동안 기후 서비스 제공 및 적용에서 눈에 띄는 발전을 이룬 아일랜드의 발전은 두 가지 주요 이니셔티브, 즉 TRANSLATE와 NFCS 덕분이라고 할 수 있습니다.

“One Climate Resource for Ireland”라는 슬로건 하에, TRANSLATE 이니셔티브는 2021년에 아일랜드 하이엔드 컴퓨팅 센터 (Irish Centre for High-End Computing)와 코르크 대학교 (University College Cork)의 기후 연구자들 주도로 시작되었으며, Met Éireann의 기후학자들이 지원하였습니다. 이 이니셔티브의 목표는 아일랜드의 미래 기후 예측을 표준화하고, 의사 결정자들의 정보 요구를 충족시키기 위한 기후 서비스를 개발하는 것이었습니다. TRANSLATE는 과학, 정책, 사용자 분야의 이해관계자들을 참여시켜 “전국적 협력” 및 기후 데이터와 서비스의 공동 생산을 기반으로 연구를 진행했습니다. 이 이니셔티브는 비할 데 없는 속도로 아일랜드 최초의 표준화된, 편향 수정된 국가 고해상도 기후 예측을 생산했으며, 새로운 지구온난화 수준 예측도 제시했습니다.

TRANSLATE는 처음에는 기후 서비스의 조정된 접근 방식에 대한 국가의 요구를 충족시키기 위해 단기적이고 저위험의 해결책으로 만들어졌으나, 예상 외로 전국적인 지지를 받았습니다. TRANSLATE를 통해 얻어진 명확하고 입증된 지속적인 기후 서비스 조정에 대한 수요와 중요한 정보 (이해관계자 파악, 참여 정도, 잠재적 문제에 대한 이해 등)가 이 연구 이니셔티브의 더 큰 변화를 이끌어내는 계기가 되었으며, 리더들은 기후 서비스 조정을 위한 더 영구적인 메커니즘에 대한 정부 승인을 요청했습니다.

이렇게 TRANSLATE는 아일랜드의 국가 기후 서비스 시스템 (NFCS) 설립의 촉매 역할을 했으며, 이는 2022년 아일랜드 정부에 의해 공식적으로 의무화되었고, 2023년 6월에 운영을 시작했습니다. NFCS는 Met Éireann이 주도하며, 부문별 기후 서비스 요구를 식별하고, 맞춤형 기후 정보를 공동 개발하며, 이를 표준화된 아일랜드 특화 제품으로 전국에 배포하여, 기후변화에 대응하기 위한 정부 차원의 대응을 지원하는 지속 가능한 포럼을 마련하고 있습니다.

성공요인

아일랜드의 NFCS는 이미 공공 부문과 정부에서 큰 반향을 일으키고 있습니다. 공공 부문에서는 새롭게 개발되고 표준화된 기후 서비스가 건축 및 도로 분야의 인프라 개발에 활용되고 있습니다. 정부에서는 NFCS가 아일랜드의 갱신된 국가 적응 프레임워크 (NAF, 2024, 섹션 2.2.1)와 2023년 기후 행동 계획 등 국가 차원의 문서에서 언급되었습니다. 이러한 발전은 여러 요인의 결합 덕분에 이루어졌으며, 이는 Lambkin 씨가 “환경의 변화”라고 표현한 것입니다. 여기에는 부문별 지방자치단체의 적응/기후행동 계획 의무에 의해 촉진된 수요의 증명, 내부 재조직과 조정의 필요성을 강조한 Met Éireann 전략에 따른 철저한 계획, 그리고 정부의 국가 개발 계획에서 받은 자원이 포함됩니다.

TRANSLATE와 NFCS 이니셔티브가 주도한 기후 서비스의 개발 및 표준화 외에도, 아일랜드가 기후서비스 역량을 발전시키게 된 두 번째 요인은 이러한 새로운 제품들의 제공입니다. NFCS는 1년이 조금 넘는 시간 동안 독자적인 정체성과 강력한 명성을 구축했으며, 그로 인해 기후 서비스 사용에 대한 신뢰가 쌓였습니다.

45 <https://www.met.ie/science/translate>

46 <https://www.met.ie/2023-confirmed-as-irelands-wettest-year-on-record>

47 <https://www.met.ie/climate/major-weather-events>

48 <https://www.met.ie/ga/nfcs/about-the-nfcs>

이러한 기후서비스는 아일랜드의 국가 적응 플랫폼인 Climate Ireland를 통해 공개됩니다. 이 플랫폼은 아일랜드 환경 보호청 (Environmental Protection Agency, EPA)에서 제공하며, 사용자는 이곳에서 기후 데이터와 예측을 연결하여 아일랜드 미래를 위한 기후 스마트 결정을 내릴 수 있습니다.

밝은 미래

아일랜드는 가까운 미래에 부문별 적응 계획, 지방자치단체 기후 행동 계획, 국가 기후변화 위험 평가 (National Climate Change Risk Assessment, NCCRA)의 다음 단계를 개발하는 동시에, 특화된 기후 서비스 제품의 개발을 지원할 계획입니다. 이러한 목표는 최근 TRANSLATE 이니셔티브의 지속이 이루어졌다는 점에서 달성 가능해 보입니다. TRANSLATE 이니셔티브는 이미 개발된 제품을 제공하는 데 더 큰 집중을 두고, 교육 및 커뮤니케이션 자료를 개발하며, 이해관계자의 질의 및 요구를 지원하는 방향으로 진행될 것입니다.

Met Éireann은 기후 제품의 제공에서 품질 보증의 중요성을 강조하며, 향후 모니터링과 평가의 필요성을 인식하고 있습니다. 이러한 노력은 TRANSLATE 이니셔티브의 지속 가능성과 장기적인 성공을 보장할 것입니다. 또한 Met Éireann은 계절별 서비스 개발의 필요성도 인식하고 있으며, 이는 단기 (일일) 및 장기 (연간) 예측을 보완하는 역할을 할 것입니다. 향상된 적응력과 기후 회복력 외에도, 이러한 발전은 아일랜드가 2030년 유엔 지속 가능한 개발 목표 (SDGs)와 관련된 목표를 달성하는 데 도움을 주고, 경제적 절감과 열 스트레스 완화와 같은 사회 경제적 혜택을 가져올 것으로 예상됩니다.

This work was originally published by the World Meteorological Organization, Geneva, and is translated by permission.

Copyright © 2024. World Meteorological Organization.

Translation by the APEC Climate Center, copyright © 2024.

For copyright reasons this edition is not available outside the Republic of Korea.

The presentation of material therein does not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the WMO concerning the legal status of any country, area or territory or of its authorities, or concerning the delimitation of its borders.

The responsibility for opinions expressed in signed articles, publications, studies and other contributions rests solely with their authors, and their publication does not constitute an endorsement by the WMO of the opinion expressed in them.

Reference to names of firms and commercial products and process does not imply their endorsement by the WMO, and any failure to mention a firm, commercial product or process is not a sign of disapproval.

This publication is a translation undertaken by the APEC Climate Center with permission from WMO, the publisher of the original text in English. WMO does not guarantee the accuracy of the translation for which the APEC Climate Center takes sole responsibility.



For more information, please contact:

World Meteorological Organization

7 bis, avenue de la Paix - P.O. Box 2300
CH 1211 Geneva 2 - Switzerland

Strategic Communications Office

Tel.: +41 (0) 22 730 730 83 14
Fax: +41 (0) 22 730 80 27
Email: communications@wmo.int

public.wmo.int