

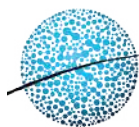


APEC CLIMATE CENTER



아시아·태평양경제협력체 기후센터

2024년도 연차보고서



APCC

아시아·태평양경제협력체 기후센터

아시아·태평양경제협력체 기후센터

2024년도 연차보고서

발간사



최근 전 세계적으로 빈번히 발생하고 있는 이상기후로 인한 기후재난에 대처하기 위해서는 한층 더 신뢰성 있는 기후·기후변화 감시와 예측 정보를 생산·활용하는 것이 더욱 중요해지고 있습니다.

이러한 상황에서 국가적 기후위기 대응 체계 수립의 법적 기반을 강화하고, 기후변화 감시 및 다양한 기후예측정보 생산과 공동 활용을 구체화하는 ‘기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률’(기후변화감시예측법)이 2024년 10월 25일부터 시행됨에 따라 기후위기 대응 체계가 한층 강화되었습니다.

기후변화감시예측법 제20조에 따라 기관명이 기존 ‘APEC기후센터’에서 ‘아시아태평양 경제협력체 기후센터(아태기후센터)’로 변경되었습니다. 아태기후센터의 정체성을 더욱 명확히 하고 아시아·태평양 지역의 기후·기후변화 감시와 예측 기술의 개발 그리고 관련 기후 정보 등의 활용 촉진을 위한 국내외 협력에 더욱 매진할 수 있게 되었습니다.

아태기후센터는 APEC회원국(이하 회원국) 간의 기후네트워크를 구축하여 최적의 기후예측 정보를 생산·공유하고 있으며, 우리나라를 포함한 회원국들을 대상으로 이상기후 공동대처 방안을 꾸준히 모색해 오고 있습니다. 또한, 아태기후센터의 핵심 업무인 기후예측 핵심기술 개발과 연구·사업 성과를 통해 국내외 기후 위기 대응 역량 강화에 기여하고 있습니다.

한편 아태기후센터는 2022년부터 2024년까지 수행한 ‘아태 기후정보서비스 및 연구개발 사업’의 과제 평가에서 ‘우수’ 등급을 받았습니다. 기관의 기후연구·사업 역량이 기상청을 비롯한 정부 및 기후 관련 우수 기관, 학계 등 외부로부터 인정을 받고 있습니다. 이번 사업을 통해 기후예측 성능을 혁신적으로 개선했으며, 우리나라를 비롯한 아태지역의 이상기후 감시 및 예측 체계 강화에 기여했습니다.

또한, 2024년 7월에는 부산 해운대 센텀지구 내 16개 기관과 지속가능한 ESG(환경·사회·지배구조) 경영활동 강화 및 지역사회 상생·발전 도모를 위한 협력체계를 구축하였습니다. 기관의 특성화된 장점을 살린 사회적 책임경영과 사회공헌활동의 수행을 통해 공공기관으로서 지역사회의 공공이익과 공동체 발전에 기여하고 있습니다.

센터는 아태지역과 전 세계의 기후위기 대응을 선도하는 글로벌 기후·기후변화 감시·예측 허브로 도약하고자 하는 비전을 품고 매진하고 있습니다. 동시에 센터가 설립될 때 요구되던 역할에서 한층 더 나아가 국내외 기후위기 대응 수요 변화에 맞춰 지속적으로 대응해 나가겠습니다.

이를 위해 센터는 기후·기후변화 감시·예측을 위한 센터의 핵심기술을 더욱 발전시키고 국제 사회뿐만 아니라 기상청을 포함한 정부와 국내 유관기관들과도 기후·기후변화 분야에서의 협력을 더욱 강화하겠습니다.

2024년 한 해 동안 아태기후센터가 값진 성과를 이룰 수 있도록 불철주야 노력을 아끼지 않았던 센터의 임직원과 외부에서 물심양면으로 지원하여 주신 기상청과 협력기관들에게 깊은 감사를 드립니다.

Contents

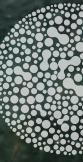
04	발간사
06	2024년 아태 지역 이상기후
14	2024년도 APCC 대표성과 1. 기후정보 활용성 증진을 위한 계절내 예측정보 생산기반체계 구축 2. 정보의 선택과 집중을 통한 장기예보 개선 3. 고해상도 하천유출모델 적용을 통한 기상청 기후예측시스템 개선
24	2024년도 APCC 연구·사업 1. 아태지역 실시간 고품질 기후예측시스템 운영 및 기술개발 1-1. 아태지역 기후정보 서비스 운영 및 개선 1-2. 동아시아 이상기후 감시·분석 및 예측 체계 개선 1-3. 인공지능 기반 기후예측 객관화 기술 개발 1-4. 기후예측 모델 검증 및 활용 체계 개선 2. 녹색기후기금(GCF) 지원 사업 2-1. 유엔환경계획(UNEP) 제안 사업
42	APCC 소개
46	2024년도 APCC 주요뉴스
62	부록 1. APCC 기후정보서비스 2. APCC 다중모델 앙상블 참여기관 소개 3. 여름철 계절내 진동(BSISO) 참여기관 소개 4. 연구논문 목록

01

아시아·태평양경제협력체 기후센터



2024년 아태 지역 이상기후



2024년 아태 지역 이상기후

01 2024년 아태 지역 이상기후

세계기상기구(WMO)는 2024년 전 지구 평균기온은 산업화 이전(1850~1900년)보다 1.55°C 상승했다고 발표했고, 산업화 이후 최고를 기록했다. 2024년은 과거보다 지구 평균 온도가 1.5°C 이상 높은 최초의 해로, 2015년 세계 각국이 파리기후변화협약 당사국 총회(COP21)에서 기후 재앙을 막기 위해 설정한 한계선을 처음으로 넘어섰다는 것을 뜻한다. 하지만 WMO는 일시적으로 작년의 기온상승폭이 이 한계선을 넘었지만, 장기적으로는 파리 기후변화협약의 목표 달성의 실패는 아니라고 밝혔다. 다수의 기후과학자에 따르면 2023년에 적도 부근 동태평양 해수면 온도가 비정상적으로 높아지는 엘니뇨 현상이 시작되면서 2024년에 산업화 이전 대비 전 지구 평균기온의 상승폭이 최고를 기록했다고 한다. 이러한 상황에서 2024년에는 지구온난화가 지속되고, 이상 기후로 인해 기후변화에 취약한 아시아·태평양(이하 아태)지역이 큰 인적·물적 피해를 보았다.

중국 폭우

특히 중국 남부에서는 2024년 4월 하순에 폭우가 내려 사람들에게 수많은 인명 및 재산 피해를 남겼다. 중국 광시성과 광둥성에서 3일(4월 19일에서 21일)간 200~280mm의 비가 내리면서 국지적으로 300mm가 넘는 누적 강수량을 기록했다. 이와 함께 시간당 140mm에 이르는 집중호우와 토네이도 발생이 보고되었다(그림 1).

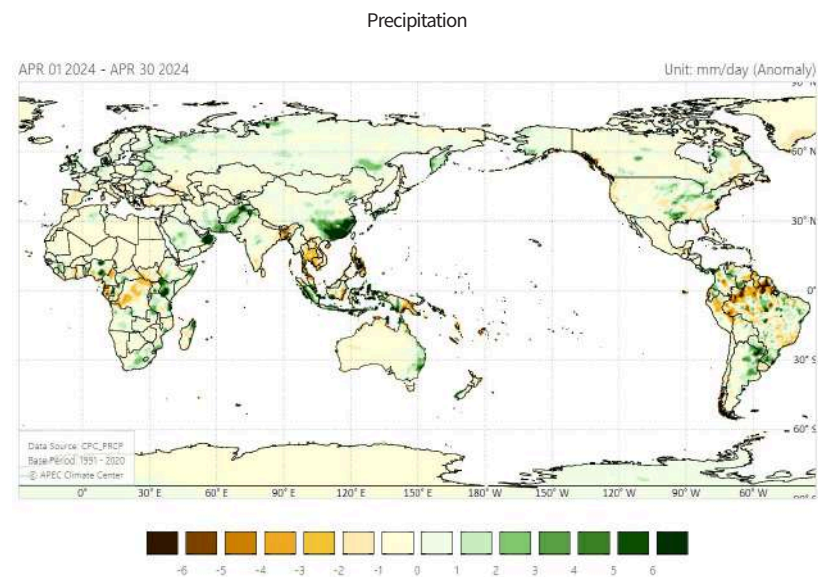


그림 1-1 2024년 4월의 평년대비 강수량 편차 분포

01

2024년 아태 지역 이상기후

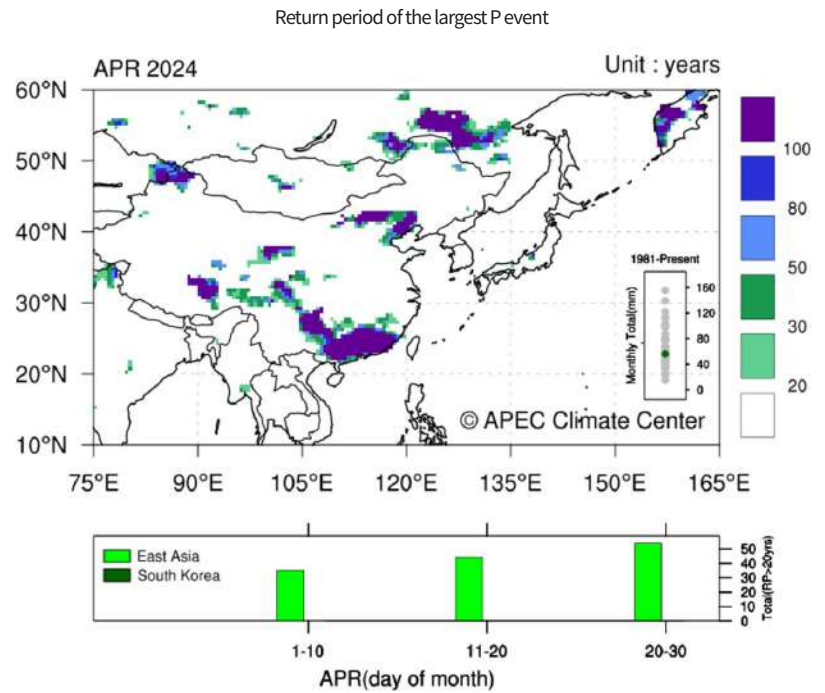


그림 1-2 2024년 4월에 대한 최대 강수 사상 재현 기간

또한, 2023년과 2024년 겨울에 비교적 강한 엘니뇨가 발달하였으며, 이후 엘니뇨가 약화하는 상황이었다. 보통 엘니뇨 발달 이후 4월은 남중국해 중심으로 고기압성 순환 편차가 발달했고, 동아시아 지역은 고온다습한 남풍의 영향을 받았다. 2024년 4월 평균 지상 바람장의 편차장 분포는 남중국해 중심으로 고기압성 순환 편차가 있어서, 열대지역의 고온다습한 공기의 유입으로 인해 강수량이 증가했다(그림 2).

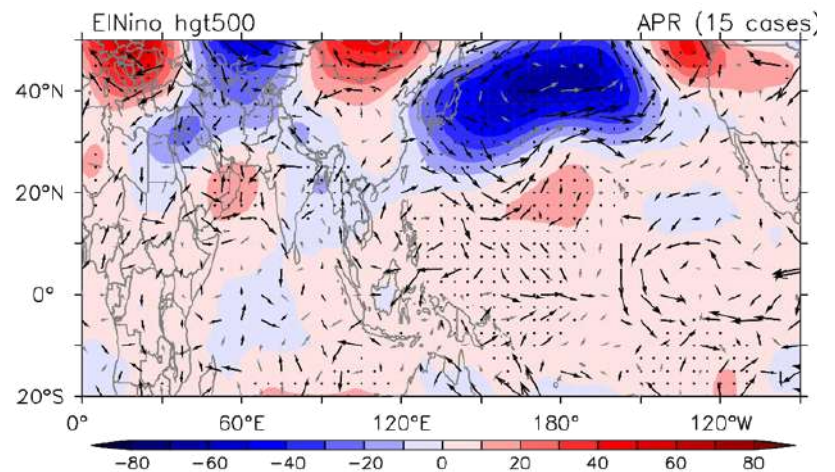


그림 2-1 엘니뇨 발달 이후 500hPa 지위고도 편차 합성장(색깔음영)과 지상 바람(벡터) 편차 합성장 분포

01

2024년 아태 지역 이상기후

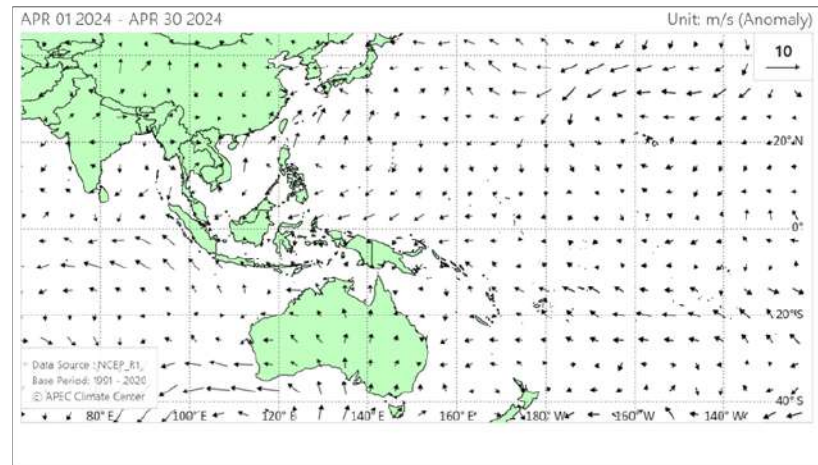
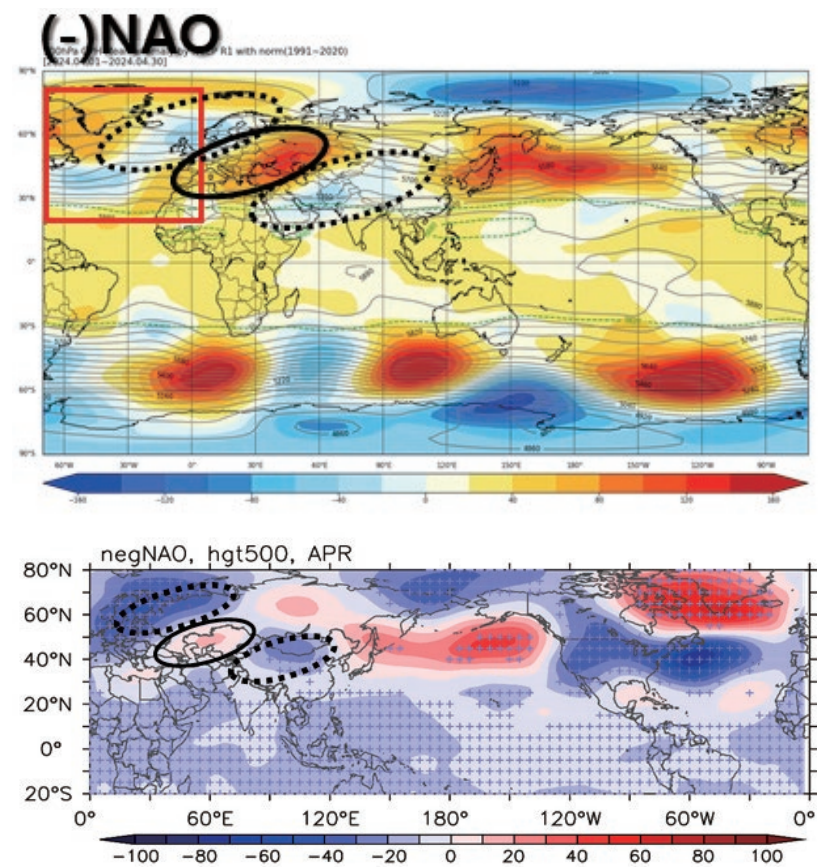


그림 2 2024년 4월 평균 지상바람 편차장 분포

2024년 4월 북대서양에서 1)음의 북대서양 진동 (North Atlantic Oscillation, NAO)이 발달했다. 서유럽-우랄-중앙아시아에서 중국지역으로 이어지는 파동 형태의 구조가 나타났다. 관측된 파동구조는 음의 NAO와 관련된 것으로 분석되었다(그림 3).



1) 북대서양진동

(North Atlantic Oscillation, NAO)

아이슬란드 근처의 기압과 아조레스 (Azores) 근처의 기압이 서로 대비되는 변동

그림 3 (상) 4월 평균 500hPa 지위고도 편차장 (출처: 기상청) 과 (하) 4월 음의 NAO가 발생한 연도 (year)들의 500hPa 지위고도 편차의 합성장 분포

01

2024년 아태 지역 이상기후

중아시아에서 중국지역으로 확장된 저기압성 순환과 엘니뇨와 연관된 고기압성 흐름의 강화로 고온다습한 남서풍이 중국 남부 지역에 수렴함으로써 이 지역에 많은 비가 내렸다.

한편 아태기후센터의 모델 실험 결과에 의하면 2023년 여름부터 계속되고 있는 서인도양 해수면 온도 편차로 인한 강수의 증가는 중아시아 서부지역에서의 늘어난 강수와 관련된다. 이는 중국 남부 지역에서의 강수량 증가에 기여한 것으로 분석되었다.

즉 엘니뇨 쇠퇴기, ²⁾인도양 쌍극자, NAO 등의 자연 변동성뿐만 아니라, 인간 활동으로 인한 지구온난화가 4월 발생한 중국 동부의 이례적인 폭우 증가에 영향을 미쳤다고 보고되었다.^(3)Faranda et al. 2024)

동남아시아 고온

2024년 4월 초순부터 동남아시아 지역의 기록적인 폭염으로 인해 학교는 임시 휴교를 단행하거나, 단축수업 및 원격수업을 해야 했다. 또한, 베트남 수문기상청에 따르면 4월에만 110개의 이전 최고기온 기록이 깨졌다고 한다. 가장 무더운 날이었던 2024년 4월 27일에는 하노이 5개 기상관측소에서 이전의 최고기온을 넘기고, 특히 한 관측소에서는 종전의 최고기록인 1998년 4월 27일의 37.8°C를 훨씬 넘어 40.4°C를 기록하였다(그림 4).

또한, 40°C가 넘는 기록적인 폭염으로 태국에서는 온열질환으로 50여명 이상이 사망했다고 알려졌다. 또한, 태국 주요 수출품인 두리안 재배에도 심각한 타격을 주었다.

2) 인도양 쌍극자 (Indian Ocean Dipole, IOD)

초여름과 늦가을 사이에 인도양 열대 해역의 동부와 서부에서 해수면 온도의 편차가 주기적으로 변동하는 현상. 양의 쌍극자는 서인도양의 해수면 온도가 평년보다 높아지고, 동인도양에서는 평년보다 낮아짐. 음의 쌍극자는 이와 반대 패턴을 보임

3) Faranda, D., T. Alberti, F. M. E. Pons, & G. Mengaldo, 2024

April 2024 China floods exacerbated by both human-driven climate change and natural variability. Climate Meter, Institut Pierre Simon Laplace, CNRS. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14163532>. 2

최고기온 (NCEP R1 / 평년(1991~2020))
[2024-04-01~2024-04-30]

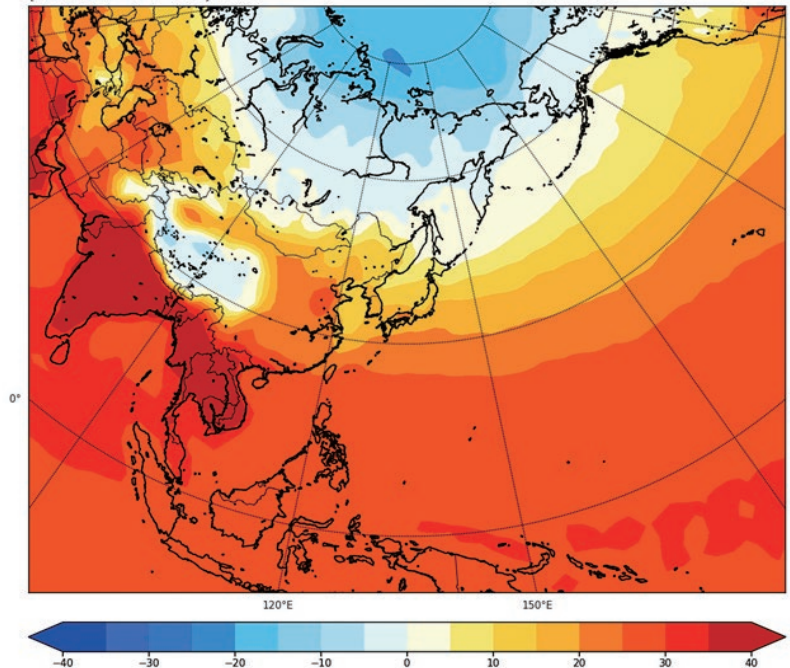


그림 4-1 4월 평균 최고기온 (출처: 기상청)

01

2024년 아태 지역 이상기후

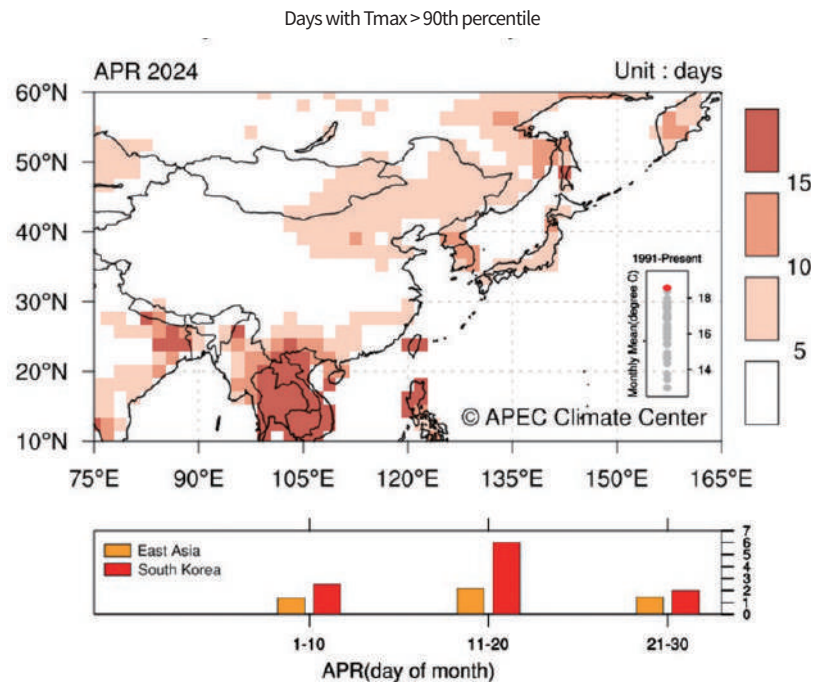


그림 4-2 (우) 2024년 4월, 90 퍼센타일 이상 최고기온 날수

엘니뇨 발달 이후 4월은 남중국해를 중심으로 고기압성 순환 편차가 발달해 동남아시아 지역이 고온다습한 남풍의 영향 아래에 있을 가능성이 높았다. 2024년 4월 평균 지상 바람장의 편차장 분포는 남중국해 중심으로 고기압성 순환편차가 관측되었고, 열대 지역의 고온다습한 공기의 영향으로 기온이 상승했다(그림 2).

한편 최근 연구에 의하면 동남아시아 지역 4월 기온은 엘니뇨 발달 이후 일반적으로 높아지고, 특히 역대 강한 엘니뇨 (82/83, 97/98, 14/15) 이후 4월 기온이 기록적으로 상승했다. 즉 지구온난화로 인해 기록적인 폭염 발생 확률이 높아진다고 보고되었다. ⁽⁴⁾Thirumalai et al, 2017)

2024년 봄철 동남아시아 대부분 지역에서 심각한 가뭄이 관측되었으며(그림 5), 동남아시아 지역에서의 지속된 가뭄으로 인해 토양 위의 공기가 뜨겁게 데워지고, 엘니뇨와 연관된 고온다습한 공기의 유입으로 폭염의 위력이 더 커질 수 있었다.

이러한 상황에서 겨울철 동안의 강한 엘니뇨 발달 그리고 3월부터 이어진 극심한 가뭄 등 지구온난화에 의한 복합적인 영향으로 인해 기록적인 폭염이 발생하였다.

4) Thirumalai, K., P. N. DiNezio, Y. Okumura, and C. Deser, 2017

Extreme temperatures in Southeast Asia caused by El Nino and worsened by global warming. Nature Communications, 8, 15531.

01

2024년 아태 지역 이상기후

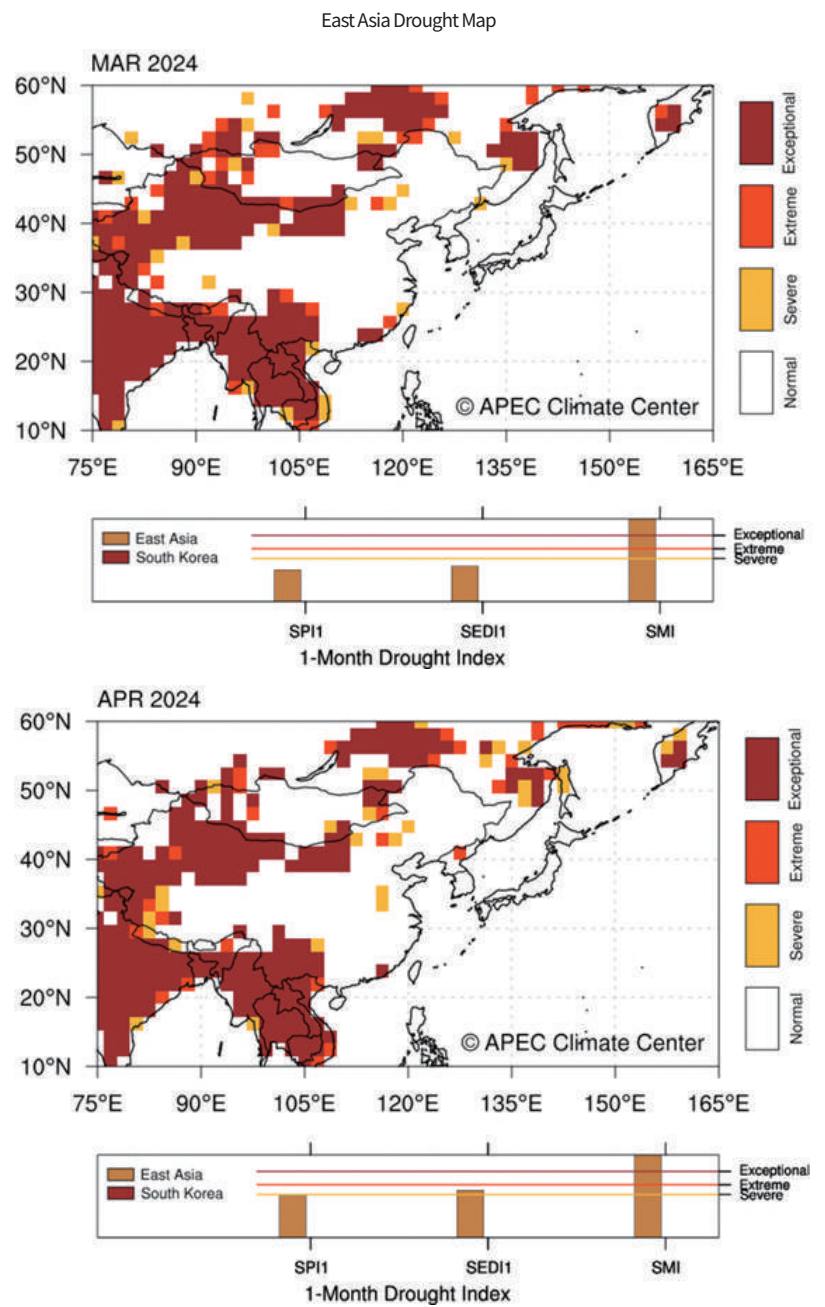


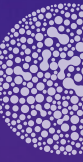
그림 5 동아시아 가뭄 강도 분포: (상) 2024년 3월, (하) 2024년 4월

02

아시아·태평양경제협력체 기후센터



2024년도 APCC 대표성과



2024년도 APCC 대표성과

01

기후정보 활용성 증진을 위한 계절내예측정보 생산 기반체계 구축

민영미 선임연구원 ymmin@apcc21.org
임아영 연구원 limay@apcc21.org

송봉근 선임연구원 songbg@apcc21.org

지구 온난화로 인한 극한 기상·기후의 빈발과 이에 따른 사회·경제적 피해가 급증하면서 계절내예측에 대한 국내외 관심과 수요가 증가하고 있다. 이에 전 세계적으로 다양한 국제 협력을 통해 기후예측 모델을 이용한 계절내예측 정보를 생산·활용하려는 시도가 점차 확대되고 있다.(WMO LC-SSPMME, SubC, IRI 등) APCC는 다양한 계절예측 정보를 수집·통합하여 고품질의 ¹⁾다중모델앙상블(MME) 예측정보를 제공해 온 전문기관으로서, 예측정보의 실효성·활용성 증대를 위해 ²⁾계절내예측 기술을 개발하고자 한다.

이를 위해 2023년부터 2년에 걸쳐 MME 계절내예측시스템 개발을 위한 기반체계 구축 과제를 수행하였다. 국내외 계절내예측자료 및 예측시스템에 대한 현황 파악을 시작으로 상이한 계절내예측 정보를 통합·생산하기 위한 다양한 민감도 실험 및 파일럿 시스템 구축을 통해 계절내예측 기반 체계를 마련하였다(그림 7). 또한 계절내예측 MME 기술개발 및 실시간 계절내예측 자료 수집을 위해 APCC 계절예측 자료제공기관들과의 국제적인 협력을 적극적으로 추진하였다. 이 연구를 통해 특히 계절내예측 규모에서의 MME 중요성과 효율성 등을 강조하였으며(그림 8, 그림 9), APCC 예측모델(³⁾SCoPS)의 계절내예측 활용성을 진단하였다. APCC는 기후예측의 신뢰성을 높이고, 다양한 분야에서의 활용 가능성 확장을 통해 최종적으로 기상-기후간 이음새없는 예측정보서비스를 제공하고자 한다.

1) 다중모델앙상블 (MME: Multi-Model Ensemble)

APEC기후센터는 전 세계 11개국 16개의 우수한 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 다중모델 앙상블(MME) 기법을 활용하여 신뢰성 있는 장기기후(계절) 예측정보를 아시아-태평양 지역에 제공하고 있음. 다중모델 앙상블(MME) 기법은 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 통합하여 오차를 제거함으로써 기후예측의 정확도를 높이는 기법임

2) 계절내예측 Subseasonal Prediction or Forecast

2주에서 2~3개월 사이의 기후를 예측하는 기법

3) SCoPS (Seamless Coupled Prediction System)

APCC에서 자체 운영 중인 전지구 기후 예측모델



국내외 MME 계절내예측시스템 및 센터 내 연구에 대한 현황 조사를 바탕으로 종합적인 리뷰를 통해 활용성을 파악하고 개별모델의 일자료 처리방안 마련을 위한 다양한 민감도 실험을 통해 APCC MME 계절내예측 현업 운영에 적합한 기준을 마련하였다. 또한 계절내규모에서 MME 활용성에 대한 가능성을 진단하였고, 제5차 APCC MME 자료제공회의를 통해 계절내예측자료 확보 가능성을 타진하였다. 또한, 일부 모델에 대해서는 실시간 예측정보를 수집하여 APCC 계절예측 MME 시스템과의 일관성을 고려한 범용적이고 효율적인 운영 시스템을 개발하였다. 한편 APCC 자체모델(SCoPS)의 계절내예측 시범 생산 및 S2S 프로젝트(Subseasonal-to-Seasonal Prediction Project) 모델과의 상대적인 예측력 평가를 통해 SCoPS 모델의 계절내예측 활용 가능성 및 개선 방향을 수립하였다.

01

기후정보

활용성 증진을 위한
계절내예측정보
생산 기반체계 구축



그림 6 제5차 APCC MME 모델제공기관 회의 개최(2023년 8월 29일~9월 1일, 부산)

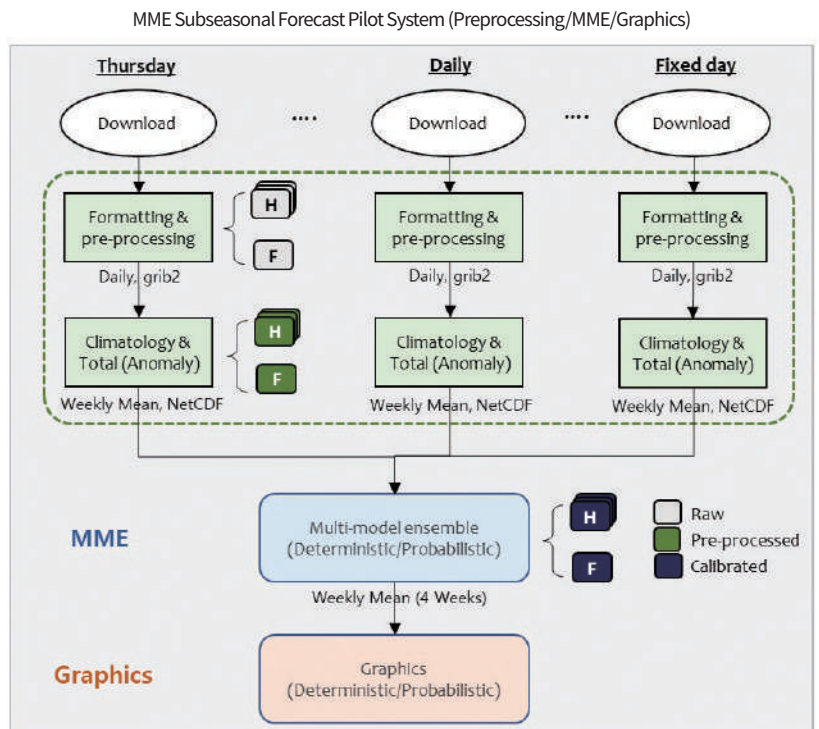


그림 7 MME 계절내예측 파일럿 시스템의 수행 과정

01

기후정보
활용성 증진을 위한
계절내예측정보
생산 기반체계 구축

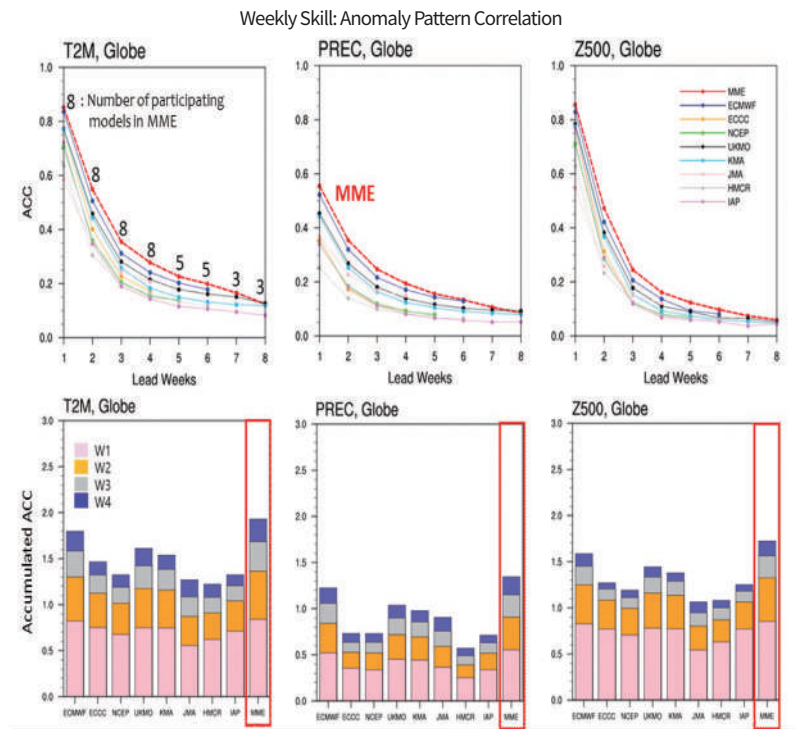


그림 8 (위) 개별모델 및 MME의 기온, 강수, 500hPa 지위고도에 대한 예측 정확도(ACC) 및 (아래) 1-4주 누적 예측 정확도(MME 예측 시작일: 월요일)

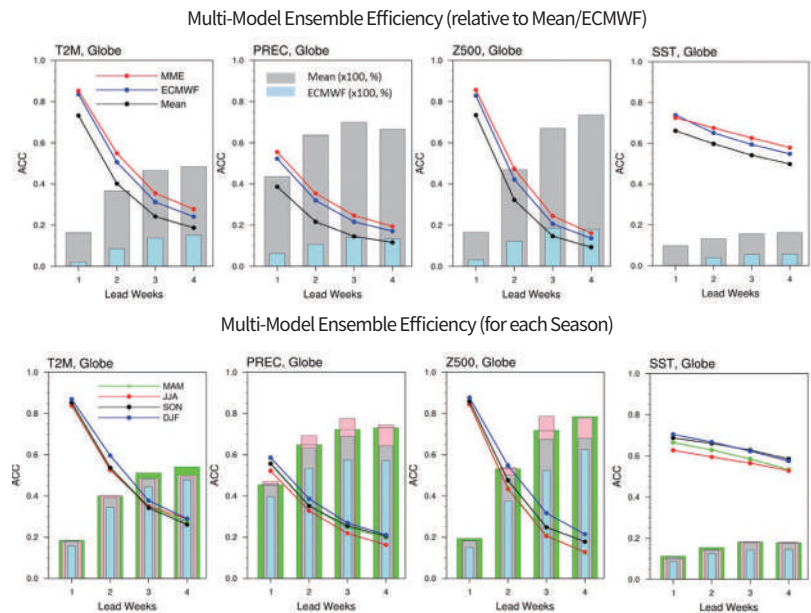


그림 9 (위) 변수별(기온, 강수, 500hPa 지위고도, 해수면 온도) MME, ECMWF, 개별모델 평균(Mean) 예측성(ACC) 및 ECMWF/Mean 대비 MME 예측 효율성(%) (아래) 계절별(봄, 여름, 가을, 겨울) MME 예측성 및 Mean 대비 MME 예측 효율성(%)

향후 모델제공기관을 대상으로 모델 개선 독려와 참여모델 확대를 추진하여 MME 계절 내-계절예측 정보 생산체계를 구축하고 협력네트워크를 강화하고자 한다. 이를 통해 고품 질의 계절내예측 정보를 생산, 제공하여 아태지역 중장기예보 지원에 기여 할 것으로 기대 된다.

02

정보의 선택과
집중을 통한
장기예보 개선

김옥연 선임연구원 oykim@apcc21.org

유진호 선임연구원 jhyoo@apcc21.org

정유림 연구원 yrljung@apcc21.org

임슬희 선임연구원 shim@apcc21.org

문수연 선임연구원 symoon@apcc21.org

김가는 연구원 gkim@apcc21.org

APCC는 지난 수년에 걸쳐 기상청과의 협력시스템을 바탕으로 지원체계를 강화함으로써 현업 장기예보 정확도 향상을 위해 노력해 왔다. 2022~2024년의 3년에 걸친 6단계 아태사업에서는 기존 APCC-기상청의 협력시스템을 바탕으로 하되, 장기예보에 있어 APCC만의 역할 영역을 더욱 확대하고자 하였다. 이를 위해서 현업 장기예보 실무 예측기술을 개선하고, 앞서 개발된 기술 또는 개선된 기후정보(예측성이 좋은 정보)를 선별하고 가공하여 객관화된 예측정보를 생산할 수 있는 기반을 마련하고자 하였다. 따라서 겨울철 예측을 위한 감시·예측 통합 정보 및 활용 가이드라인을 마련하였다.

겨울철 예측을 위한 감시·예측 통합 정보 및 활용 가이드라인을 마련하기 위해 관측감시요소 각각에 대한 모델 재현성을 고려하여, 관측 감시인자에 따른 시그널을 예측에 반영할지 결정하였다. 즉, 각 감시인자에 대한 모델 재현성이 높다면, 관측 감시인자의 중요도가 낮은 것으로, 반면 모델 재현성이 낮다면 관측 감시인자의 중요도가 높다. 이에 따라 겨울철 월별 기온 예측을 위한 감시·예측 통합 정보 및 활용 가이드라인을 제시하였다. 이를 통해 우리나라 겨울철 기온에 영향을 미치는 관측정보(열대해양, 북태평양, 유라시아 대륙 및 북극)에 대한 모델 재현성을 종합적으로 고려하여, 관측정보에 따른 시그널을 우리나라 예측에 반영할지 객관적으로 결정하였으며, 궁극적으로는 더욱 확실할 수 있는 계절예보가 가능하도록 하였다.

현재 3개월 예보를 위해서 모델 예측정보에 관측 감시인자를 더하는 식으로 예측 자료를 생산하고 있으며, 이때 사용되는 감시인자는 장기예보 가이드언스에 담고 있다. 장기예보 가이드언스에 매우 많은 정보를 담고 있음에도 불구하고, 이를 월별 예측에 활용하기에는 그 정보의 유의성이 불명확하며, 특히 관측기반의 감시인자를 모델 예측정보에 직접 활용하기에는 모델 특성에 대한 정보가 부족한게 현실이다. 따라서 이를 해결하기 위해서는 많은 정보의 선별과 보정이 필요하다. 이 연구에서는 장기예보 개선을 위해 감시인자의 변동성 및 영향에 대한 모델 재현성을 고려하여 모델 예측 정보를 선별하고, 이를 보정하는 방안을 제시하고자 하였다. 특히 현재 장기예보 체계를 고려하여 다음과 같은 질문을 도출하였다. 첫째, 모델 특성에 대해 얼마나 알고 있는가? 둘째, 감시인자 정보가 얼마나 견고한가? 셋째, 정보를 선택할 때 그 기준은 명확한가? 넷째, 최종적으로 예보를 생산하는데 있어 예보관의 주관적 판단을 최소화할 수 있는가? 따라서 이 연구에서의 장기예보 개선 방향은 이에 대한 답을 찾는 방향이 되겠다.

이 과제의 궁극적인 목표는 “traceable, reproducible and physically intuitive prediction”이며, 이는 객관적인 계절예측을 위해 WMO에서 추구하는 바와 같다. 큰 틀에서는 현재 APCC 장기예보와 다르지 않은데, 특히 모델 예측정보와 관측 감시정보를 통합한다는 점에서 일맥상통한다(그림 10). 객관예보를 위해서는 모델 예측성 자체를 이해하고, 우리나라 장기예보를 위한 최적의 모델을 선별하는 것이 필요하고, 이를 바탕으로 관측 감시정보를 선별·통합하는 것이 필요하다. 최종적으로는 관측 및 모델기반의 정보를 통합하는 것이 필요할 것이다. 따라서 이 과제에서는 관측기반의 감시정보를 선별·통합하고 이를 장기예보 모델에서 어떻게 재현하는지 살펴본 후, 통합할 수 있는 방안을 제시하였다. 3개

02 정보의 선택과 집중을 통한 장기예보 개선

월 장기예보를 개선할 수 있는 방안으로 1) 우리나라 장기예보에 유용한 정보를 선별하기 위해 모델 정보의 신뢰도를 파악하고, 2) 겨울철 우리나라 주요 기후감시요소를 선별하고 (그림 11) 그 활용성을 진단하였으며, 3) 겨울철 우리나라 주요 기후감시요소와 모델 정보의 결합 방안을 제시하였다. 이를 통해 신뢰도(예측성 및 유용성) 높은 모델 및 감시정보를 기반으로 한 장기예보 의사결정 방안을 제시하고, 연구결과를 직접 국내 장기예보 전망을 생산하는데 활용하였다. 이러한 일련의 연구를 통해 첫째, 모델 특성에 대한 이해도를 높이고, 둘째, 견고한 감시인자 정보를 선별해서, 셋째, 명확한 기준을 가지고, 넷째, 예보관의 주관적 판단을 최소화할 수 있는 방향으로 결과를 도출하였다.

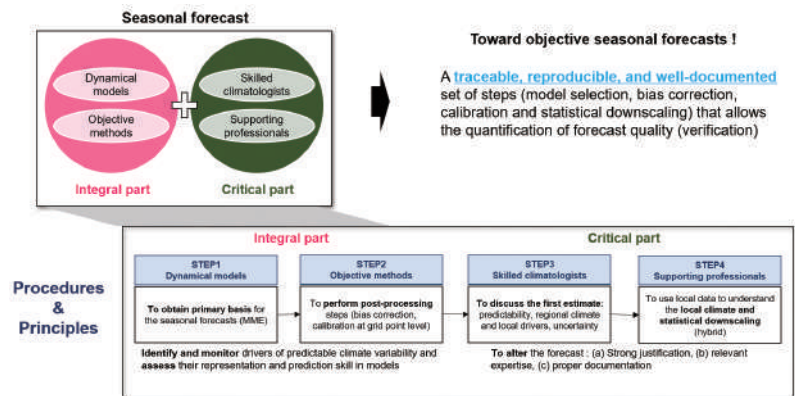


그림 10 예측정보와 감시정보의 결합방안

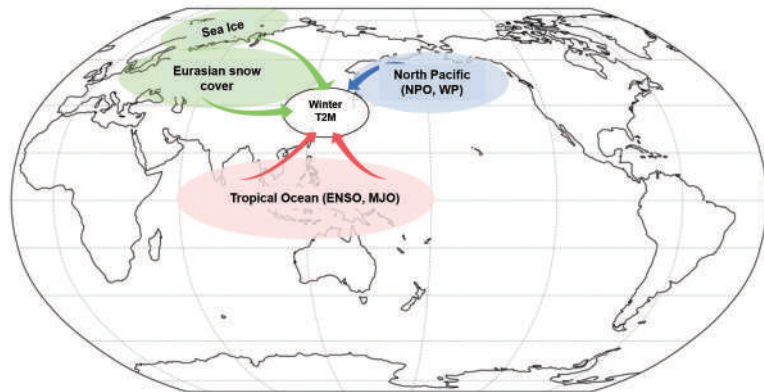


그림 11 겨울철 주요 기후감시 요소

우리나라 장기예보의 예측성을 높이기 위해 모델에서 생산된 예측정보와 함께 우리나라에 영향을 미치는 기후감시요소 현황과 추이를 반영한 전망 정보를 생산하고자 하였다. 이를 위해 다양한 기후분석 결과와 감시 예측인자가 개발되어 활용하고 있으나, 인자들 간의 관련성이나 우선순위 등에 관한 정보가 부족해 현업 장기예보시 예보자의 주관적인 판단하에 선택적으로 정보를 해석할 여지가 있다. 따라서 우리나라 장기예보를 개선하기 위해서 관측기반의 감시인자 정보를 선별하는 한편, 감시인자에 대한 모델 예측 특성을 함께 반영하여 장기예보 실무에 기여할 수 있을 것이다.

03

고해상도 하천유출모델 적용을 통한 기상청 기후예측시스템 개선

함수련 선임연구원 suryun01@apcc21.org

기후예측시스템은 계절내에서 계절에 이르기까지 중장기 예측 성능 향상을 목표로 끊임 없이 발전해 오고 있다. APCC는 지난 몇 년간 국립기상과학원 및 학계로 구성된 연구개발허브를 통해 기상청 기후예측시스템(GloSea6) 개선을 위한 연구를 진행 중이다. 특히, APCC는 연구개발 현업전환(R2O)을 위해 학계에서 개발된 기술들의 준현업 실험 및 현업 적용성 평가 등으로 가교 역할을 하고 있다. 이와 더불어, 모델 자체가 가지고 있는 예측 특성을 평가 및 진단하고, 이에 맞는 개선 기술 개발 등을 통해 기상청 기후예측시스템의 개선에 이바지하고 있다.

모델 자체가 가지고 있는 예측 특성을 파악하고 취약점을 알아내는 것은 기후예측시스템의 개선을 위한 매우 중요한 과정이다. 기후예측시스템에서의 중요한 과정 중 하나인 물순환 과정은 태양 복사에 의한 증발, 바람에 의한 물과 수증기의 수송, 구름 생성에 의한 강수 등을 통해 육지와 해양으로 순환된다. 육지에서의 강수는 일시적으로 눈이나 토양 수분 형태로 저장되거나, 하천을 통해 유출되어 해양 내 담수로 전달되게 된다. 이것이 전지구 물순환을 표현하는 가장 큰 흐름이라 할 수 있다. 특히, 육지에서 해양으로 유입되는 담수는 해양의 염도에 직접적인 영향을 주어 물의 밀도, 혼합층, 해수면 온도를 변화시키고, 나아가 대기-해양 상호작용에 영향을 주는 것으로 잘 알려져 있다. 따라서, 이 연구에서는 기상청 기후예측시스템에서 포함되어 있는 하천유출과정의 특성을 파악하고 최종적으로 전지구 물순환을 개선해 보고자 하였다.

현재 GloSea6 내에서 하천의 흐름은 ToTal Runoff Integrating Pathways (TRIP; Oki and Sud, 1998)에 의해 계산된다. 하천유출모델은 각 모델 격자에서의 하천 유출량을 계산하여 최종적으로 해양 격자로 방출량을 전달하는 역할을 한다. GloSea6 내에서 하천유출모델은 대기와 해양 모델에 결합해 있는데, 대기 해상도는 약 0.7도, 해양 해상도는 약 0.25도로 설정된 것에 비해 하천모델은 약 1도로 매우 낮게 고정되어 있다. 현재의 낮은 해상도는 전구적으로 큰 유역들의 흐름에는 무리가 없겠지만 지역적으로 분포된 자연하천을 정확하게 묘사하기에는 한계가 있다. 하천 흐름 및 대기-지면-해양 상호작용을 정확히 표현하기 위해서는 더 정교하고 복잡한 과정의 하천모델이 포함되는 것이 가장 바람직하겠지만, 현재 사용되는 하천유출모델의 해상도를 높이는 간단한 방법을 통해 개선 방향을 제시하고자 하였다.

이를 위해, 현재 1도로 고정되어 있는 해상도를 0.5도 및 0.125도로 계산될 수 있게 하천 흐름을 표현하는 하천 정보 데이터를 GloSea6의 입력자료로 새롭게 구축해 하천유출과정에 적용될 수 있도록 모듈을 새롭게 구성하였다(그림 12). 또한, 다양한 민감도 실험을 바탕으로 고해상도 하천유출모델이 적용된 GloSea6를 최적화하여 현업에 사용할 수 있는 기반을 마련하였다. 고해상도 하천유출모델이 적용된 GloSea6 실험의 결과는 기존 해상도의 결과에 비해 유량 및 하천방출량의 오차를 줄이며, 특히 해양 흐름을 변화시켜 한반도 연안의 해수면 온도의 개선을 가져온다(그림 13).

03

고해상도 하천유출모델 적용을 통한 기상청 기후예측시스템 개선

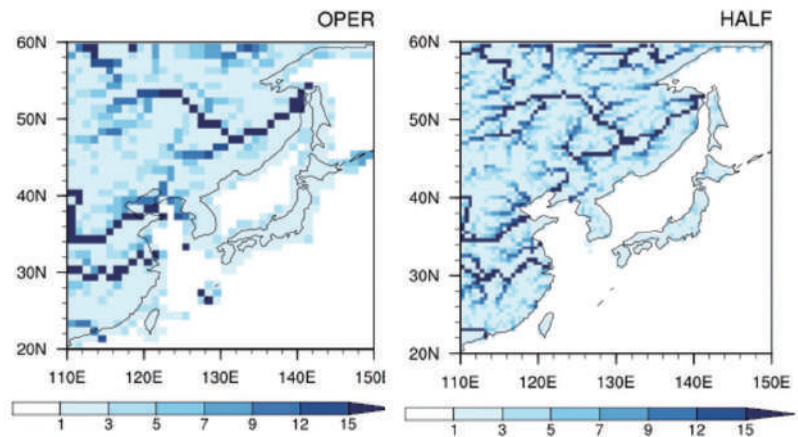


그림 12 기존에 사용되던 1도(OPER) 및 새롭게 구성된 0.5도 해상도(HALF)의 하천 흐름 입력자료 (river sequence)

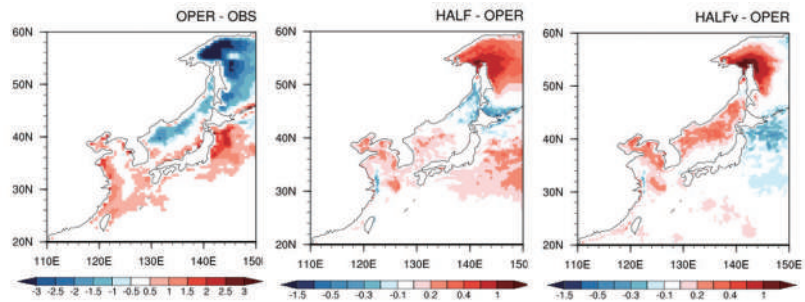
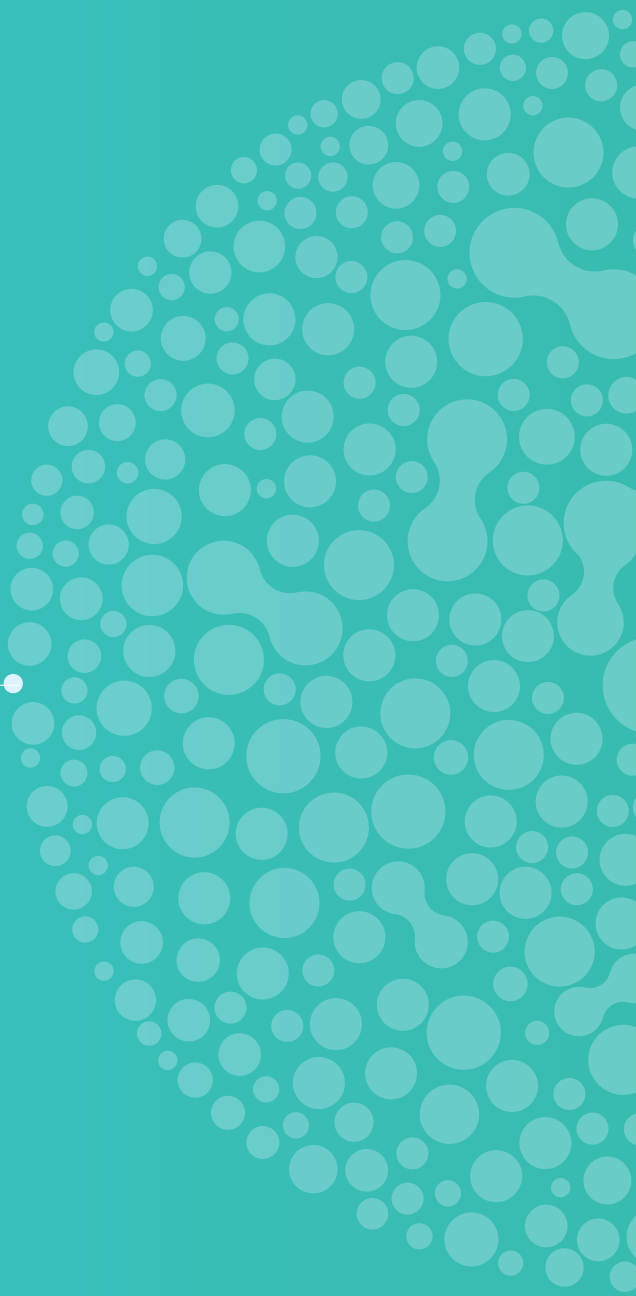


그림 13 기존에 사용되던 1도(OPER), 새롭게 구성된 0.5도 해상도(HALF), 최적화 실험(HALFv)의 여름철 해수면 온도 예측 비교 평가

우리나라처럼 작은 규모의 지역에서는 기존의 해상도로 모의 되는 수문정보로 하천의 흐름을 표현하기에는 무리가 있다. 새롭게 구축된 고해상도 하천모델이 적용된 기상청 기후 예측시스템은 우리나라 연안의 해수면 온도의 오차를 효과적으로 줄일 수 있을 것으로 기대된다. 또한, 대기-해양 상호작용의 변화를 통해 전구적으로도 계절 예측 성능 향상을 가져올 수 있으며, 나아가 지역적 규모에서의 수자원에 대한 응용 및 정책 연구에도 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

APCC

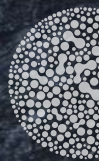


03

아시아·태평양경제협력체 기후센터



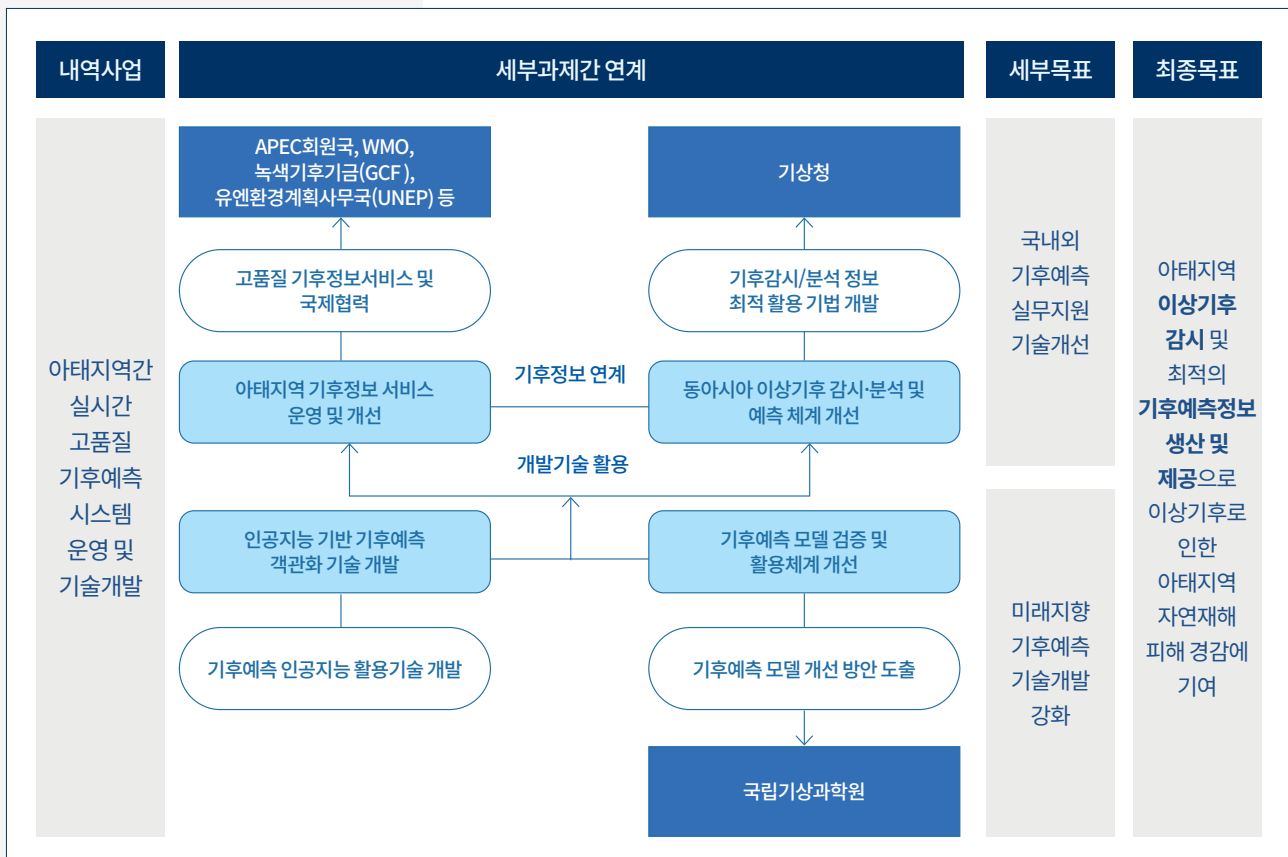
2024년도 APCC 연구·사업



2024년도 APCC 연구·사업

기후위기 대응 역량 강화를 위한 아태 지역 대상 기후정보 서비스 체질 개선 및 기후예측 기술 혁신 체계 구축

분류	과제 종류	세부 과제명
1. 아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발	1-1. 아태지역 기후정보 서비스 운영 및 개선	과제1 : APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측시스템 기반구축 과제2: APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축
	1-2. 동아시아 이상기후 감시·분석 및 예측 체계 개선	과제3: 장기예보 개선을 위한 예측정보 활용기술 개발 과제4: 이상기후 대응을 위한 기후 감시분석 정보 개선 및 통합 시스템 구축
	1-3. 인공지능 기반 기후예측 객관화 기술 개발	과제5: 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반 기술 개발
	1-4. 기후예측 모델 검증 및 활용 체계 개선	과제6: 기상청 기후예측모델 개선 테스트 베드 구축 및 활용 기술개발
2. 녹색기후기금 (GCF) 지원 사업	2-1. 유엔환경계획(UNEP) 제안 사업	과제7: 태평양 5개 도서국가의 회복력 향상을 위한 기후정보 및 지식 서비스 강화 (GCF-UNEP)



01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

1) 다중모델앙상블

(MME: Multi-Model Ensemble)

APEC기후센터는 전 세계 11개국 16개의 우수한 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 다중모델 앙상블(MME) 기법을 활용하여 신뢰성 있는 장기기후(계절) 예측정보를 아시아태평양지역에 제공하고 있음. 다중모델 앙상블(MME) 기법은 기후예측기관이 제공하는 각 기후예측모델의 예측정보를 통합하여 오차를 제거함으로써 기후예측의 정확도를 높이는 기법임

2) BSISO (Boreal Summer Intraseasonal Oscillation, 여름철 계절내 진동)

15일에서 60일의 주기로 인도양에서 발생하여 점진적으로 동진함과 동시에 다양한 구조를 갖고 북진하여 아시아지역의 여름 몬순 시작과 대기순환, 날씨에 영향을 주는 대류현상

3) 계절내예측

Subseasonal Prediction or Forecast

2주에서 2~3개월 사이의 기후를 예측하는 기법

4) ENSO (El Niño-Southern Oscillation, 엘니뇨남방진동)

남방진동은 인도네시아를 중심으로 하는 지역과 남동 태평양간의 대규모 지상 기압의 시소현상으로 한쪽지역의 기압이 높으면 또 한쪽 기압의 낮은 관계, 동쪽의 기압이 낮으면 엘니뇨 현상이 생겨 엘니뇨와 남방진동을 합하여 ENSO 라고 함

5) SCoPS (Seamless Coupled Prediction System)

APCC에서 자체 운영 중인 전지구 기후 예측모델

기후위기 대응 역량 강화를 위한 아태 기후서비스 체질 개선 및 기후예측 기술 혁신 체계 구축

1-1. 아태지역 기후정보 서비스 운영 및 개선

◎ APCC MME 경쟁력 확보 및 기후정보서비스 사용자 지원 강화

과제 1 APCC 기후정보 활용성 강화를 위한 고해상도 MME 계절내-계절예측시스템 기반구축

송봉근 선임연구원 songbg@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- APCC 기후예측시스템의 안정적인 운영과 개선을 통해 우리나라 및 아태지역에 고품질의 실시간 기후예측정보를 제공
- APCC 기후예측정보의 활용성을 높이기 위해 사용자 편의성을 고려한 다양한 기후 정보 웹콘텐츠 제공과 함께 계절내-계절예측(S2S)으로의 예측시간 규모 확장을 위한 기반 시스템 구축

2) 주요내용

A APCC 기후예측시스템 운영 및 예측정보 제공

- 1) MME 계절예측: 매월 15일경 전구·태평양 도서국 국·영문 기후전망 발송
- 동아시아 지역 확률계절예측: 매월 15일경 홈페이지에 예측정보 제공
- 2) BSISO 3) 계절내예측: BSISO 정보 생산 및 제공(5~10월)
- 4) ENSO 경보: 매월 15일과 말일에 2회 업데이트 정보 제공
- 5) SCoPS 계절예측: 매월 정보 생산 및 MME 참여
- 동남아시아 산불예측 조기경보: 인도네시아(4~7월)와 말레이시아(10~1월)의 강수 및 산불예측 경보 생산 및 제공
- 기상청 예보토의를 위한 발표자료 생산(한반도 MME 계절예측 결과 포함)

B APCC 기후예측시스템 개선

- 동아시아 MME 기온 계절예측 보정 자동화시스템 구축
 - 개별모델 및 MME 단정/확률예측 기온 보정 자동화시스템 구축
- BSISO 계절내예측시스템 개선
 - 관측자료(OLR 일자료) 변경에 따른 합성장 재생산
- SCoPS 계절예측시스템 개선
 - SCoPS hindcast 기간 확장(1982~2013년 → 1982~2016년)
- 동남아시아 산불예측시스템 개선
 - 산불예측 정보제공 지역의 세부정보 제공을 위한 격자정보 생산체계 시험구축
- 홈페이지 기후정보 웹 콘텐츠 개선
 - 기후평년값 선택적(1981-2010 및 1991-2020) 표출 기능 추가

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

C MME 계절내예측시스템 기반체계 구축

- 국제협력을 통한 계절내예측 운영 기반체계 구축
- SCoPS 계절내예측자료 생산을 위한 기반체계 구축
- MME 계절내예측 현업운영을 위한 기반 연구

D 기후분야 국제협력 및 정책지원

- WMO 장기예보 선도센터 운영 및 GSCU(Global Seasonal Climate Update) 발간 지원
- 지역기후포럼(RCOF) 지원 및 참석

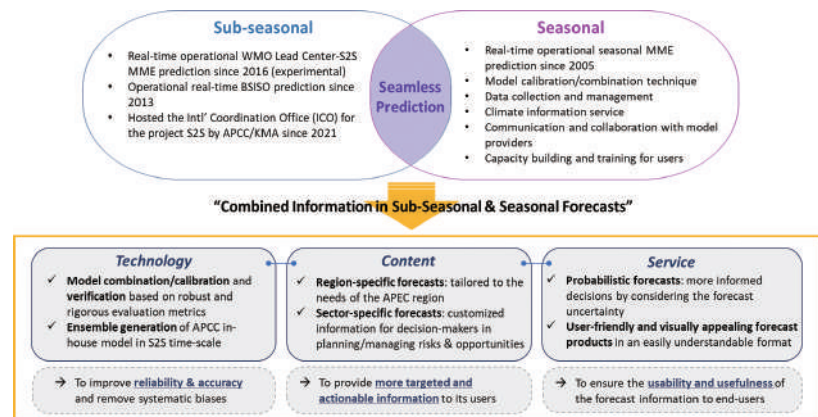


그림 14 계절내-계절의 이음새없는 기후예측 정보 제공을 위한 APCC의 추진전략

3) 기대효과

- 안정적인 현업 운영과 지속적인 시스템 개선을 통한 고품질 기후예측정보 생산 및 서비스
- MME 계절내예측시스템 기반 구축을 통한 계절내예측 운영 및 핵심 기술개발
- APCC MME 참여기관, WMO 등과의 협력을 통한 국제 기후네트워크 강화

과제 2 APCC 동적 기후정보서비스 시스템 구축

이현록 예측운영과장 tank@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 서비스 운영: 운영 계획을 기반으로 한 APCC 기후정보서비스의 안정적 운영·개선을 도모하고자 함
- 사용자 지원: 기후정보서비스 플랫폼 기반 Open API 패키지 구축을 통한 APCC 기후정보서비스 사용자 지원을 다변화하고자 함
- 동적기후정보서비스 구축: 동적 기술 기반의 원스톱 기후정보서비스를 위한 기관 홈페이지와 통합 인터페이스 구축하여 웹 총량 달성을 위한 기반을 마련하고, 사용자 맞춤형 고해상도 기후예측정보를 정식 제공하고자 함

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

2) 주요내용

A 동적 기후정보서비스의 정보 및 사용자 지원 다변화

- 기후정보서비스 플랫폼과 기관 홈페이지 통합
 - 기후정보서비스 플랫폼¹⁾ 매쉬업 서비스 제공을 위한 웹 인터페이스 개발
 - 기후정보서비스 플랫폼(CLIK)과 기관 홈페이지 통합
- 홈페이지 동적 서비스 콘텐츠 확대
 - 정적·동적 기후정보 신규 생산 및 제공에 따른 홈페이지 서비스 개선

B APCC 기후정보 서비스 안정적 운영 및 개선

- 기후정보서비스의 안정적 운영
 - APCC 기후정보서비스(홈페이지, 기후정보서비스 플랫폼 등)의 안정적 운영 및 현행화(상시)
 - 기후정보서비스의 효율적 관리를 위한 기후정보서비스 운영계획 수립 및 정기 점검(월간)
 - 기후정보서비스 보안강화를 위한 보안 취약점 개선
 - 기후정보서비스 모니터링 시스템을 통한 상시 모니터링
 - 기후정보서비스 운영에 필요한 관련 업무 지원
(정보자원관리, 품질관리, 공공데이터, 데이터기반 행정 등)
- 사용자맞춤형 고해상도 MME 기후예측 생산 정식 서비스
- 기후정보서비스 플랫폼 기반 Open API 패키지 구축
 - 기후정보서비스 플랫폼 제공 단위 서비스 Open API 조합 기술 설계 및 실행 프로세스 개발
 - 원스톱 Open API 지원 패키지 개발 및 등록
- AIMS 내부 백엔드·프론트엔드 프로그램 개선을 통한 현행화

1) 매쉬업(Mashup) 서비스

기후자료 생산, 가공, 제공 서비스를 엮어서 새로운 기후서비스 창출 할 수 있도록 표준화된 Open API를 통한 계절예측자료 생산→지역추출→자료다운로드 절차 구성을 사용자가 할 수 있도록 지원하는 서비스

2) 기후정보서비스 플랫폼 (CLIK, CLimate Information toolKit)

사용자가 원하는 기후모델, 예측변수, 예측지역, 분석기법 등을 직접 선택하여 기후예측 및 검증정보를 생산/처리/제공하는 기후정보서비스 플랫폼



그림 15 기후정보서비스 플랫폼(CLIK)과 기관 홈페이지 통합

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

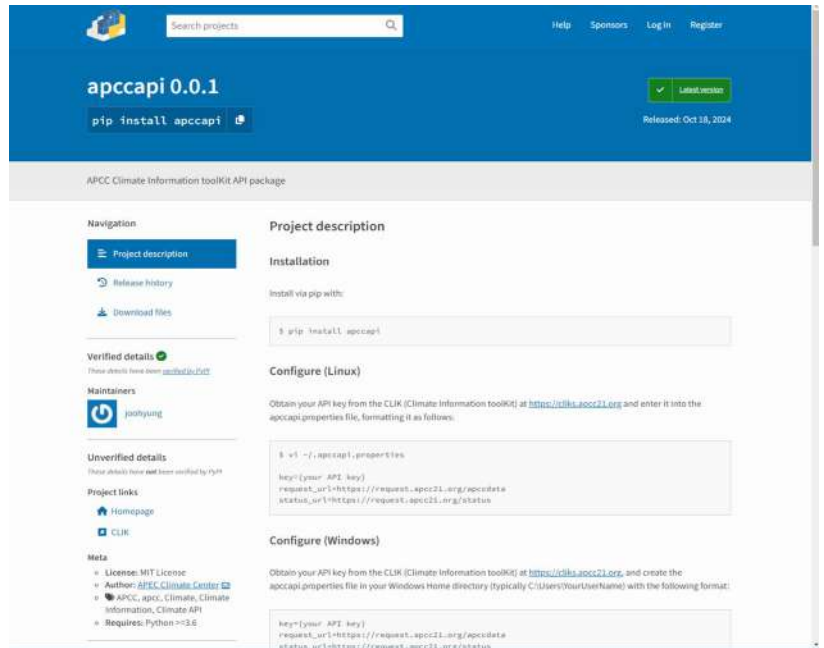


그림 19 원스톱 Open API 지원 패키지 개발 및 등록

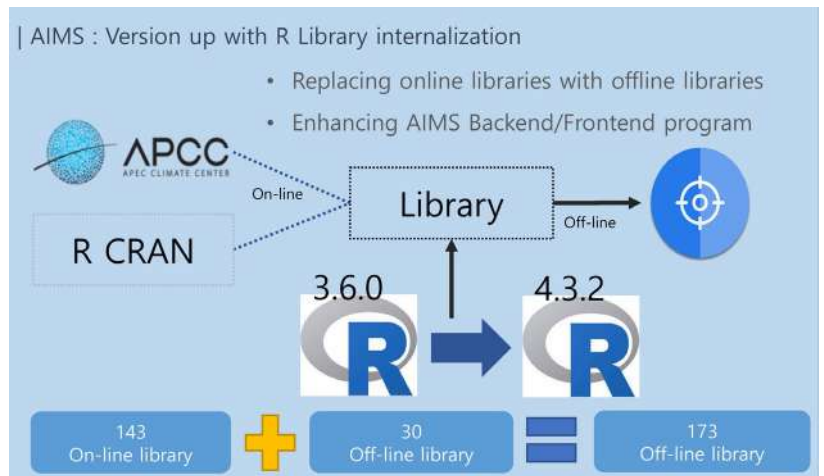


그림 20 AIMS 내부 백엔드·프론트엔드 프로그램 개선을 통한 현행화

3) 기대효과

- 기후자료 확대, 동적기후정보 제공 및 일관된 기후정보 전달 채널 확보를 통한 사용자 접근 편의성 및 기후정보 제공 방안 강화
- 기후예측 및 검증자료의 생산, 가공, 제공하는 기후정보서비스 플랫폼을 통해 국내 민간·공공 기관 및 아태지역 지원
- 클라우드 플랫폼 기술을 통한 APCC 기후정보서비스 운영 안정성, 확장성, 예산 절감 기대
- 매쉬업 서비스 구축 및 기관 홈페이지와 기후정보서비스 통합으로 사용자 참여 기후정보 창출을 포함한 APCC 기후예측정보 활용성 강화

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

1-2. 동아시아 이상기후 감시·분석 및 예측 체계 개선

◎ 예측정보 및 감시/분석 정보 최적 활용기법 개발

과제 3 장기예보 개선을 위한 예측정보 활용기술 개발

김옥연 선임연구원 oykim@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 다양한 관측과 모델 기반의 정보 중에서 예측성이 좋은 정보를 선별하고 가공하여 보다 객관적인 예측정보를 생산할 필요가 있음
- 장기예보를 위해 사용되는 관측과 모델정보를 평가하고 종합하여 활용가이드를 제시하고자 함

2) 주요내용

A 겨울철 전망 지원을 위한 모델 기반 예측정보 활용기술 개발

- 겨울철 예측인자 추가선별 및 추가 인자에 대한 계절예측모델의 재현특성 분석
 - 관측기반 예측인자 추가선별 및 모델 재현성 분석
 - 예측인자 간의 연관성 분석 및 예측정보 활용 가이드 제시
- 열대대류에 대한 우리나라 영향 모식도 개발
 - BSISO/MJO 예측성능 및 대기순환 패턴의 유의성 분석
 - BSISO/MJO 영향맵 기후예측과 내부시스템 적용(매주)

B 기후예측정보 향상을 위한 실무협력

- 기상청 1/3개월 전망 생산 지원을 위한 예측자료 생산 및 정보 제공(연중)
 - APCC 1개월 전망 예측결과 제공
 - 딥러닝 모델을 활용한 1개월 기온 전망 생산 및 송부
 - 3개월 전망회의 참석 및 APCC MME와 분석기반 예측 결과 브리핑
 - 가우시안 프로세스를 이용한 월별/권역별 3개월 삼분위 확률 전망 생산 및 송부
 - WMO 장기예보 선도센터 운영(1개월 전망, 연중)

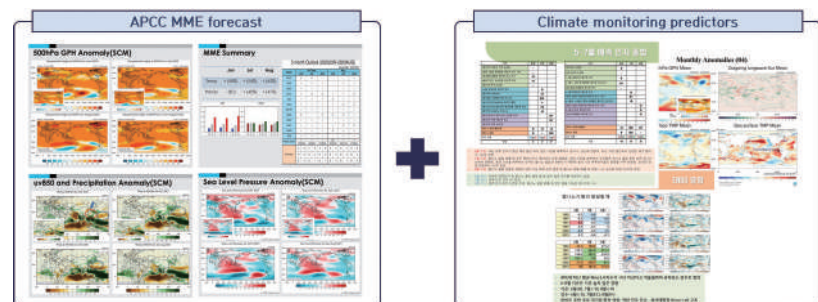


그림 21 APCC 장기예보 생산체계 개념도

3) 기대효과

- 기상청 1/3개월 전망 생산 기술 및 경험의 축적을 통한 기술 확보
- 기상청 1/3개월 전망 실무 협력을 통한 APCC-기상청 협력관계 유지 강화

01

아태지역 실시간
고품질 기후예측
시스템 운영 및
기술개발

과제 4 이상기후 대응을 위한 기후 감시·분석 정보 개선 및 통합 시스템 구축

김선태 선임연구원 seontae.kim@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 지구온난화에 의한 기후변화 때문에 지구촌 곳곳에서 이상기후가 더 자주, 더 강하게 발생하고 있으며, 이와 같은 기후변화 대응을 위해서 무엇보다 기후 예측 정보의 중요성이 점점 증가
- 기후변화 대응에 기여하기 위해서 APCC에서는 우리나라 기온과 강수 변동성에 영향을 미치는 주요 기후인자들을 역학적으로 분석하고 예측인자를 발굴하여 신뢰도 높은 관측기반 예측 정보 생산을 위해 노력
- 우리나라 기후와 기존에 분석한 예측인자와의 관계가 변하며, 단순한 상관관계를 기반으로 하는 예측인자 활용은 관측 기반 예측의 예측성 향상에는 한계가 있음
- APCC에서 발굴된 방대한 기후 예측인자들이 실질적으로 계절예측 향상과 기후변화 대비에 기여하기 위해서는 관측기반 예측인자의 예측 활용도 및 신뢰도의 향상을 위한 적극적인 방안이 필요
- 또한 급변하는 기후변화에 적응하고 대비하기 위해서 겨울철 국민 건강에 영향을 미치는 한반도 겨울철 기온 급강하 연구가 필요함
- 이상기후 관련 신속한 분석 및 정보를 제공을 위한 사용자 편의성이 고려된 기후 분석 시스템(Climatic Analysis System, CAS) 개선 및 서비스 확대가 필요함

2) 주요내용

A 겨울철 예측인자 개발 및 역학과정 분석을 통한 관측기반 예측 정보 개선

- 대서양 및 중위도 파동전파의 우리나라 1월 기온 영향
 - 1월 기온과 관련있는 중위도 대기순환장은 12월의 ¹⁾NAO (North Atlantic Oscillation, 북대서양 진동) like 패턴과 밀접한 관련이 있었으며, 그중 예측성이 우수한 인자는 12월의 유럽지역과 바이칼 지역 500hPa 지위고도(Z500) 편차를 평균한 것으로 나타남
 - 두 예측인자가 모두 평년보다 낮을 때는 대서양 지역에서 음의 NAO가 발달한것과 동일한 패턴을 보이며, 상층 파동전파를 통해 유럽지역과 바이칼호 주변 지역 상층에 음의 Z500 편차가 유도되었음
 - 바이칼호 주변 상층의 음의 편차로 인해 시베리아 지역에서는 음의 해면기압 편차와 지표 기온 하강, 강설의 증가가 나타났고, 이후 1월 전반에는 대륙고기압의 발달과 함께 바이칼호 주변에서부터 우리나라 주변까지 기온이 평년보다 낮아짐
 - 1월 기온이 낮은 경우에 한하여 예측인자로 활용할 수 있는 것으로 분석되었으며, 1개월 선행 예측인자로 현업에 활용되기위해서 관측과 계절내 예측자료 활용을 제시함
- 인도양 변동성의 우리나라 1월 강수 영향
 - 12월 서인도양 해수면온도 지수는 한 달 지연되어 우리나라의 1월 강수 증가에 영향을 줄 수 있다는 것이 분석되었으며, 1개월 선행시간에서 예측인자로 활용될 수 있음을 제시함
 - 12월에 서인도양 해수면온도가 상승하면 동인도양 지역에서 강수가 증가하고 1월에 더 강해지며, 이렇게 발생한 동인도양 강수는 아라비아해의 상층에 고기압을 발달시

1) NAO (North Atlantic Oscillation)

아이슬란드 근처의 기압과 아조레스 근처의 기압 차이로 정의되는 대기 변동

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

키고, 이후 파동이 전파되면서 동아시아에 고기압 편차가 발달하게 됨

- 우리나라는 고기압의 서쪽에 위치한 남풍 편차에 의해 따뜻하고 습한 공기가 수송되어 1월 강수가 증가하는 경향이 있음

- 가을철 열대 태평양 대류활동의 우리나라 1~2월 기온 영향

- 가을철 열대 태평양에서 강수 편차와 겨울철 우리나라 기온편차에 대하여 ²⁾SVD 분석을 수행하여, 겨울철 기온 예측을 위한 가을철 열대태평양 대류활동 예측인자를 정의함
- 가을철 열대태평양에서 대류억제(강화)는 중앙 열대태평양에서 대류강화(억제)의 원인이 되고, 이는 북서쪽으로 저기압성(고기압성) 순환 편차 및 북서 열대태평양에서 대류억제(강화) 발달을 유도함
- 북서 열대태평양에서 대류활동 관련 상층 파동전파로 우리나라는 고기압성(저기압성) 순환 편차에 의하여 남풍(북풍)의 영향을 받게되어 우리나라 겨울철 중후반에 평년보다 높은(낮은) 기온이 나타나게 됨
- 10월 ³⁾MJO와의 관계 분석을 통해서 발굴된 예측인자의 활용성을 높였으며, 겨울철 평년보다 높은 기온 예측에서 예측성을 높이기 위해 10월 중앙 태평양 해수면 온도 편차를 활용할 수 있음을 보임

B 미래 기후변화에 따른 기후이슈 정보 분석

- 미래 기후변화에 따른 겨울철 기온 급강하 전망 분석

- 3개 모델의 재현 실험을 통한 동아시아 고해상도 시나리오의 3종 모형 자료를 이용하여 현재 기후에서 기온 급강하 사례일 빈도 분석 결과, 12월에 가장 발생 빈도가 높고, 2월에는 가장 낮은 것으로 모의됨
- 미래 기후변화 시나리오 자료에서는 12월, 1월에 발생 빈도가 줄어들고 2월의 발생 빈도가 증가하는 특징을 보임
- 미래 기후변화에서 2월 기온 급강하 빈도 증가의 한가지 원인으로 12, 1월의 기온의 일변동성이 작아지거나 거의 변화가 없는 반면, 2월 기온의 일 변동성이 커지는 것과 관련된 것으로 분석됨

C 기후감시분석 시스템(CAS) 개선

- 사용자 편의성 향상을 위한 CAS 개선 및 분석 서비스 확대

- NCEP과 기상청에서 제공하는 관측 자료에 대해 검증하고 불편했던 기후감시분석 서비스를 개선
- 이상기후에 대한 빠른 대처를 위해 자료수집 체계를 표준화함
- 신속한 감시 결과제고를 위해 사용자에게 편리하도록 예측인자 자동 생산 및 정보 제공 시스템, 시계열 기반 합성장 분석정보 제공기능을 추가로 구축
- 매월 시행하는 예보토의를 위해 월별 관련 기후인자를 자동으로 계산하고 관련인자의 활용방법을 제공함으로써, 업무 효율을 더욱 높임

3) 기대효과

- 우리나라 기후 감시 및 분석 분야를 선도할 수 있는 기반 마련
- APCC의 국내 기후예측 및 분석 업무 지원 기능 강화
- APCC 기후 감시 분석 체계 구축을 통한 업무 효율성 향상
- 국내 기후 이슈 및 현안에 적극적 대응을 통한 기관 홍보

2) SVD (Singular Value Decomposition)

두 변수 간의 상호 관련성을 분석하기 위해 대기과학 등 분야에서 널리 사용되는 다변량 통계기법

3) MJO (Madden-Julien Oscillation)

30-90일 규모로 하층대기에서 서에서 동으로 진행되는 열대지역의 진동.

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

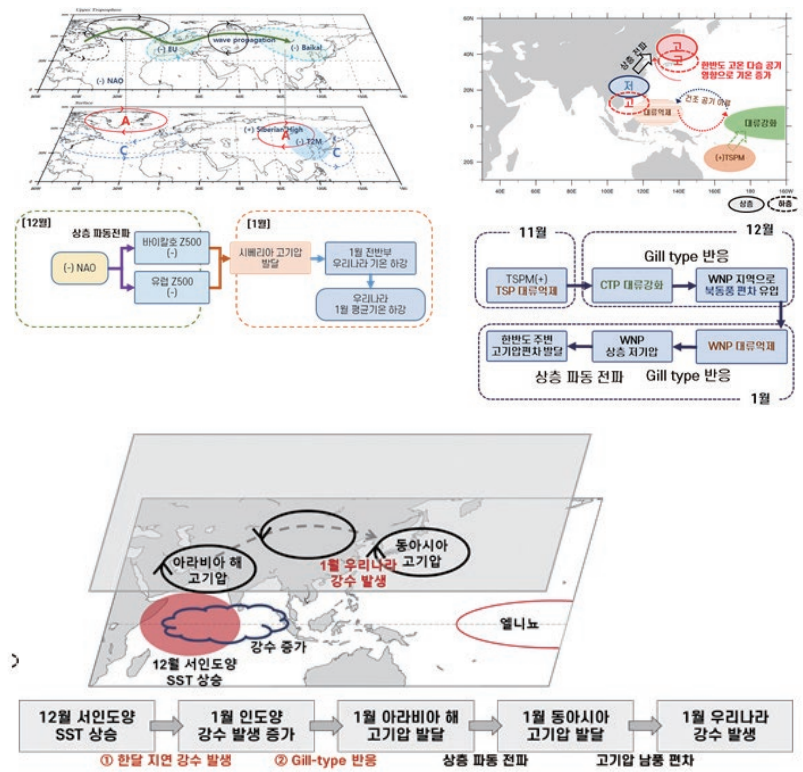


그림 22 (위-좌)대서양/중위도 파동전파, (위-우)열대 대류활동, (아래)인도양 예측인자의 우리나라 겨울철 기온/강수 영향 모식도

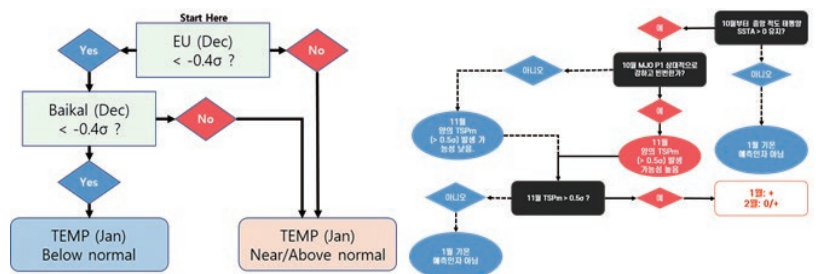


그림 23 (좌) 대서양/중위도 파동전파, (우) 대류활동 인자 활용 예측 흐름도

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

1) 인공지능

인간의 지능을 필요로 하는 일들을 컴퓨터나 컴퓨터에 의해 제어되는 로봇이 수행하는 능력

2) 계절 내 및 계절 시간규모

2주에서 3개월 이내

3) 피쳐 엔지니어링

(Feature engineering)

모델의 성능을 향상시키기 위해 예측 모델이 학습자료를 잘 이해하고 문제를 표현할 수 있는 특징을 선택, 변환, 생성하는 과정

4) 그래픽 사용자 인터페이스 (GUI)

그림, 아이콘, 버튼, 창 등 시각적 요소를 이용하여 사용자와 소통하는 방식

5) 준지도학습

정답이 있거나 없는 자료를 포함한 다양한 훈련자료를 활용하여 모델의 안정성과 성능을 개선시키는 기계학습의 한 방법

6) 딥러닝

자료에서 표현을 학습하는 기계학습의 한 분야로 연속된 층에서 점진적으로 의미 있는 표현을 배우는데 강점이 있음

7) MJO 지수

MJO 모니터링을 위해 널리 활용되고 있는 인덱스임. OLR, 850-hPa 및 200-hPa 동서바람장에 대한 주성분 분석으로 계산됨

8) 설명가능한 인공지능 (XAI)

모델의 판단에 대한 이유를 사람이 이해할 수 있는 방식으로 제시하는 방법

1-3. ¹⁾인공지능 기반 기후예측 객관화 기술 개발

◎ 기후예측에 적합한 인공지능 활용 기술개발

과제 5 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반 기술개발 III

이성규 선임연구원 geoslegend@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 글로벌 기업 및 유럽중기예보센터는 인공지능 기반 14일 이내의 날씨 예보 모델을 개발하고 시범운영 중이지만, 기후예측을 위한 인공지능 기술 적용 및 현업 활용은 아직 극초기 단계임
- 객관적 기후예측에 적합한 인공지능활용 기반기술의 개발을 통해 ²⁾계절 및 계절내 시간 규모의 예측성을 높이는 연구가 필요함

2) 주요내용

A 인공지능 모델 가용 자료 확대 및 자료처리 시스템 고도화

- APCC 계절/계절내 기후예측인자 확장 자료를 아카이브
- ³⁾피쳐 엔지니어링(Feature engineering) 모듈 연계화
- ⁴⁾그래픽 사용자 인터페이스 (GUI) 고도화를 통한 사용자 중심의 인공지능 학습자료 산출

B 자료확장 및 다양한 전처리 기법 적용을 통한 개선된 계절내 기후예측 인공지능 모델 개발

- 전처리/초매개변수 선택 및 앙상블 기반 신경망 모델 성능 최적화

C ⁵⁾준지도학습을 통한 객관적 확률예측 인공지능모델 개발

- ⁶⁾딥러닝 모델 활용 ⁷⁾MJO 지수 예측 모델 확장 및 개선
- ⁸⁾설명가능한 인공지능(XAI) 기술 활용 MJO 지수 예측 인공지능 모델의 이해
- 확률예측 인공지능모델 결과 산출 및 평가

D 5-6주 동아시아 기온 확률예측 인공지능 모델 개발

- 3-4주 기온 확률예측 모델을 기초로 5-6주 동아시아 기온 확률예측 모델 개발 및 평가 체계 기틀 마련
- 모델 입력 변수 확장, 딥러닝 모델 구조 변경, 딥러닝 학습 및 예측방법 개선 등을 통한 3-6주 기온 확률예측 모델 개선 및 평가
- 3-6주 기온 확률예측 모델 평가를 통한 최적 딥러닝 모델 선정

E 계절 시간 규모 맞춤 역학 예측 인공지능 후처리 모델 개발

- 동아시아 3개월 평균 강수에 대한 앙상블 선별 및 오차 제거 방식의 딥러닝 기반 후처리 기술 개발
- 인공지능 후처리 방식 간 비교 및 기존 통계적 후처리 기법 대비 동아시아 강수 예측 성능 종합 평가
- 인공지능 후처리 모델 예측들을 통합하는 새로운 차원의 앙상블 예측 시스템 원형 제안

01

아태지역 실시간
고품질 기후예측
시스템 운영 및
기술개발

F 자료강화 기법을 이용한 인공지능 모델의 월별 기후예측 개선

- 우리나라 여름/겨울철 월별 평균기온 및 강수(SPI1) 예측을 위한 3D 합성곱신경망모델 구축
- 자료강화 적용 및 성능 평가

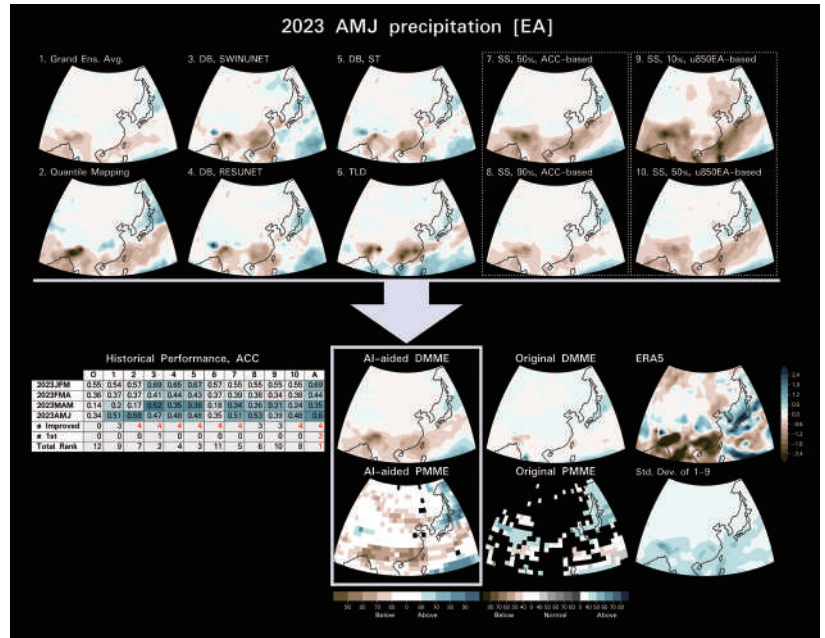


그림 24 후처리 모델 결과를 종합하는 새로운 다중모델 앙상블 원형 (예시 AMJ 2023)

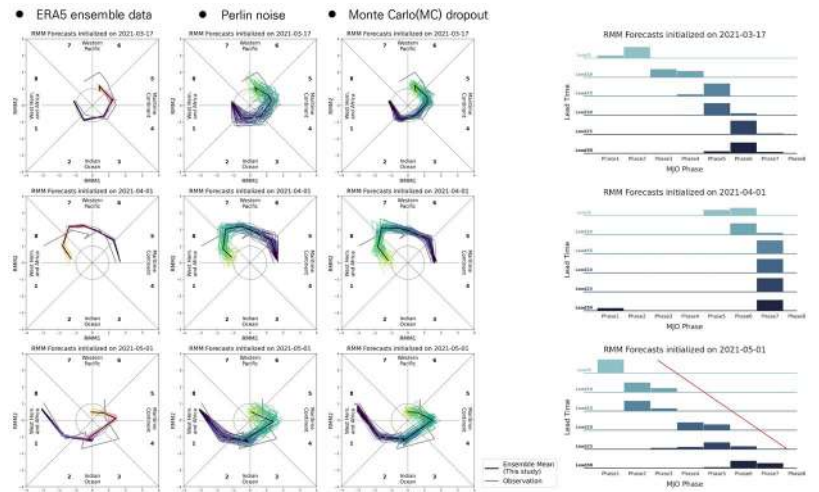


그림 25 세 가지 MJO 사례에 대한 MJO 위상 확률 예측 모델의 앙상블 예측 결과. (좌) 초기장 섭동 방식(ERA5 앙상블 자료 사용 및 Perlin 노이즈 섭동 방법) 및 모델 섭동 방법(Monte Carlo dropout)을 적용한 MJO 위상 확률 예측의 위상 도표 결과, (우) 5, 10, 15, 20, 25, 30일 선행 시간대에 따른 MJO 위상 예측 확률 분포 결과

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

1-4. 기후예측 모델 검증 및 활용 체계 개선

◎ 국가 기후예측 모델의 효과적인 개선체계 구축

과제 6 기상청 기후예측모델 개선 테스트 베드 구축 및 활용 기술개발

신선희 선임연구원 SSh222@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 국내 기후 모델링 커뮤니티에서의 한정적인 인적 및 컴퓨팅 자원을 고려할 때, 자체 모델링 역량 강화 및 공동 협력 시스템내 (K-R20)에서의 지속적인 테스트베드 운영은 기후예측 시스템 개선의 유효성을 강화하기 위한 필수적인 요소임
- 본 과업은 기상청 기후예측 시스템의 예측력 강화를 목적으로 수행된 연구로
 - 1) 지면모델 개선 기술 개발,
 - 2) 개발된 R&D 기술의 현업 적용 가능성 평가 (Testbed),
 - 3) 기후예측 시스템의 개선 방향을 제시하는 모델 평가체계 구축에 대한 연구가 수행됨

2) 주요내용

A 기상청 기후예측모델 (GloSea6)의 예측성능 향상을 위한 지면과정 개선

- 지면모델(JULES) 내 지하수 알고리즘 개선 및 기후예측모델 접합
 - GloSea6의 지면모델에 지하수 모듈인 GrUB의 알고리즘을 통합하여 JULES-GrUB 시스템을 구축
 - 7개 주요 유역에서의 수문 및 에너지 성분에 대한 모델 성능 평가
 - GrUB 알고리즘은 기존 모델 대비 전반적으로 예측성을 개선, 특히 잠열 및 토양수분 예측에서 높은 정확도를 보이며, 개선 결과는 봄철에 집중됨을 확인
- 고해상도 하천유출모델(TRIP) 최적화 및 현업적용성 평가
 - 고해상도 하천유출모델 사용에 따른 담수 효과 분석, 여름철 예측결과 적도 태평양 지역에서의 해양 순환 오차 감소, 해양 연직 온도 및 염도, 특히 우리나라 해안에서의 해수면 온도 개선 가능성 확인
 - 하천 유속 및 굽이침정도의 하천흐름계수 최적화를 통해 인도양 해양온도의 개선 가능성 확인
 - 1995-2006년 여름철 예측자료 예측성 평가를 통해 고해상도 하천유출모델의 현업화 적절성 확인

B 기상청 기후예측모델 공동개발 성과 적용실험 및 검증

- 기상청 기후예측모델 공동개발 기술 적용 및 병합 테스트
 - 과학원-APCC 기술전수 계획 기반 규모적응 적운모수화 적용 실험 수행
 - 해빙물리과정 및 규모적응 적운모수화 기술 간 병합 적용 실험 수행
- 기술적용 실험의 예측성능 검증 및 현업화 적절성 평가
 - 동아시아 몬순강수 밴드의 지역적 편차 및 고위도 온난 편차 증가, 북서태평양 고기압 변동의 예측성 저하 등 몬순 평균장 및 경년변동성 모의 성능 개선이 뚜렷하지 않음
 - 여름철 동아시아 기후에 영향을 주는 전지구 원격상관에 대한 모의성능 검증,

01

아태지역 실시간 고품질 기후예측 시스템 운영 및 기술개발

¹⁾ UNICON 실험에서는 인도 및 동남아시아 강수의 과다모의로 인해 파동 전파 개선 효과가 뚜렷하지 않음

- 6월과 7월의 호우 발생 특성을 GloSea6는 잘 모의하나 UNICON 실험에서는 수증기 과소모의로 구름 발달을 약하게 모의
- 냉기풀 이류 관련 총수분량 섭동 및 적운조직화 구조 개선 제안, 현업에 적절한 계산 시간을 위한 시스템 최적화 제안

㉔ 기후예측모델 통합 평가·관리시스템 (CrEMA) 확장개선

- 북극-중위도 및 열대-중위도 원격상관 진단평가 프레임 확장
 - CrEMA 진단체계의 영역 및 계절을 확장, 북극진동(AO) 및 해빙(SIC), EAWM, BSISO 진단 메트릭 개발, 각 평가요소를 정량화하여 객관화된 평가를 위한 스코어카드 개발
- CrEMA 적용을 통한 GloSea6 주요 기후 변동성의 통합적 진단평가
 - 북극-중위도 원격상관과 관련된 겨울철 북극 주요 기후모드 진단, 늦가을 유라시아 눈 덮임 증가에 따른 대류권-성층권 상호작용(극소용돌이 약화 및 하향 파동 전파) 과소모의, 바렌츠 카라 해빙 감소에 따른 지표 열플럭스의 증가와 Arctic warming 모의성능 감소, 북극-중위도 원격상관 모의성능 저하
 - 여름철 개절내 변동성은 과소모의하나, 인도양 동서바람 쉬어 평균장 개선 및 북서태평양 와도 관련 북진 프로세스 개선으로 BSISO 북진 성능 개선
 - 동아시아 겨울 몬순 시스템 요소의 경년변동 예측성은 향상되나, 대륙 고기압 모의성능과 서태평양 대기-해양 상호작용 과소모의로 인해 원격상관 모의성능 개선 효과 뚜렷하지 않음

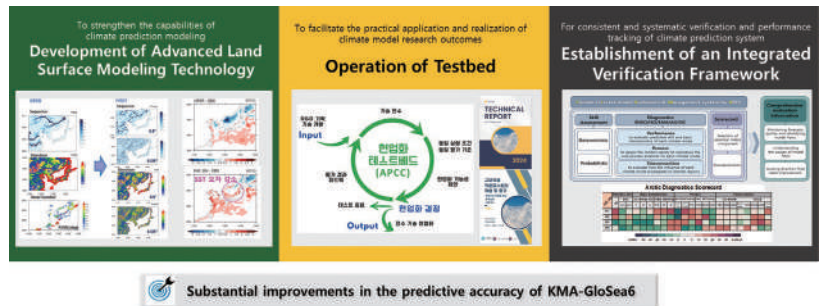


그림 26 기상청 기후예측모델 개선을 위한 지면모델 기술개발 및 공동개발 성과 진단 프레임

3) 기대효과

- 기상청 기후예측모델(KMA-GloSea6)의 고해상도 하천유출모델(TRIP)은 대기-해양 상호작용의 변화를 가져와 계절 예측 성능 향상을 가져올 수 있으며, 나아가 지역적 규모에서 수자원에 대한 응용 및 정책 연구에도 유용하게 사용될 수 있음
- 테스트베드를 통해 KMA-GloSea6에 결합 초기화 이행 및 해빙물리 최적화 방안을 제안 하였으며, 이는 기후예측모델 개선을 위한 현업화 효율성 강화에 기여할 것임
- CrEMA 진단 시스템을 통해 KMA-GloSea6에서의 주요 기후변동성인 ENSO, MJO, EASM에 대한 통합적 진단정보가 제공되었으며, 이는 모델의 취약점과 개선 방향을 제시하는 데 활용될 것임

1) UNICON

통합적운모수화, PBL에서의 연직 혼합, 얇은 대류와 깊은 대류 등 대류 과정을 통합한 프로세스 기반의 동적 기동 모델

02 녹색기후기금(GCF) 지원 사업

아시아-태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 설립 이래 아시아-태평양 지역에서의 기후정보 제공 서비스 사업을 통해 얻은 기후 관련 전문성과 지식을 국제사회에서 인정받아 녹색기후기금(GCF) 지원사업에 참여하고 있음

2-1. 유엔환경계획(UNEP) 제안 사업

사업 7 태평양 5개 도서국가의 회복력 향상을 위한 기후정보 및 지식서비스 강화

유진호 선임연구원 jhyoo@apcc21.org

1) 성과의 추진 배경 및 필요성

- 태평양 도서국은 기후변화와 기후변동에 가장 취약한 국가이지만 이에 대비하기 위한 기후예측 역량은 매우 낮음
- APCC가 개발한 태평양 도서국 맞춤형 기후예측 생산도구인 PICASO(Pacific Island Countries Advanced Seasonal Outlook)를 개선하여 태평양 5개 도서국이 이상기후에 더 잘 대응할 수 있도록 지원하고자 함
- 또한, 지속적인 교육프로그램 운영을 통해 태평양 5개 도서국 기상청의 기후예측 역량을 배양하고자 함

2) 주요내용

A 태평양 맞춤형 기후전망 시스템(PICASO)의 예측 성능 개선 및 기능 강화

- 월별 기온 및 강수 예측 정보 생산 기술 개발
 - 태평양 5개 도서국 계절평균 및 1,2,3개월 선행시간에 대한 월별 기온, 강수 예측인자 선정 완료
- PICASO 운영 기반시스템 개선
 - PICASO 예측 생산을 위한 전지구 모델 예측자료 전처리 시스템의 효율성 향상 (소요 시간수일 → 수 시간)
 - 태평양 지역으로의 전지구 예측모델 정보 전송 안정성 개선 (단일 송신 → 2중 송수신)
 - PICASO 예측정보의 활용성 강화를 위한 Open API 개발
- 예측 응용정보 생산을 위한 현장조사 및 관련 정보 수집
 - 투발루, 마셜제도, 니우에 현장조사 및 응용정보 대상 분야 선정

B 태평양 도서국 기후예측 역량향상 지원

- 기후예측 기술교육 1회, 아태기후센터 방문 연수 1회
 - 5월 젊은과학자 지원사업(1개월, 5개국 5인): 기후자료 분석 기초과정 – ENSO의 영향 및 변동성
 - 10월 지역교육워크숍 수행(14개국 21인): 기후예측, PICASO 활용 및 기후변동성 이해 관련 강의 및 실습

02

녹색기후기금(GCF)
지원 사업

그림 27 젊은과학자지원사업(2024.5, 아태기후센터)



그림 28 지역교육워크숍(2024.10, 통가)

3) 기대효과

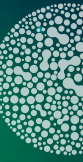
태평양 5개 도서국 기후예측 역량 및 기술개발 자생력 개선을 통한 국가 기후서비스 향상
아태기후센터의 기후예측정보 활용성 확대 및 아태지역 기여도 제고

04

아시아·태평양경제협력체 기후센터



APCC 소개



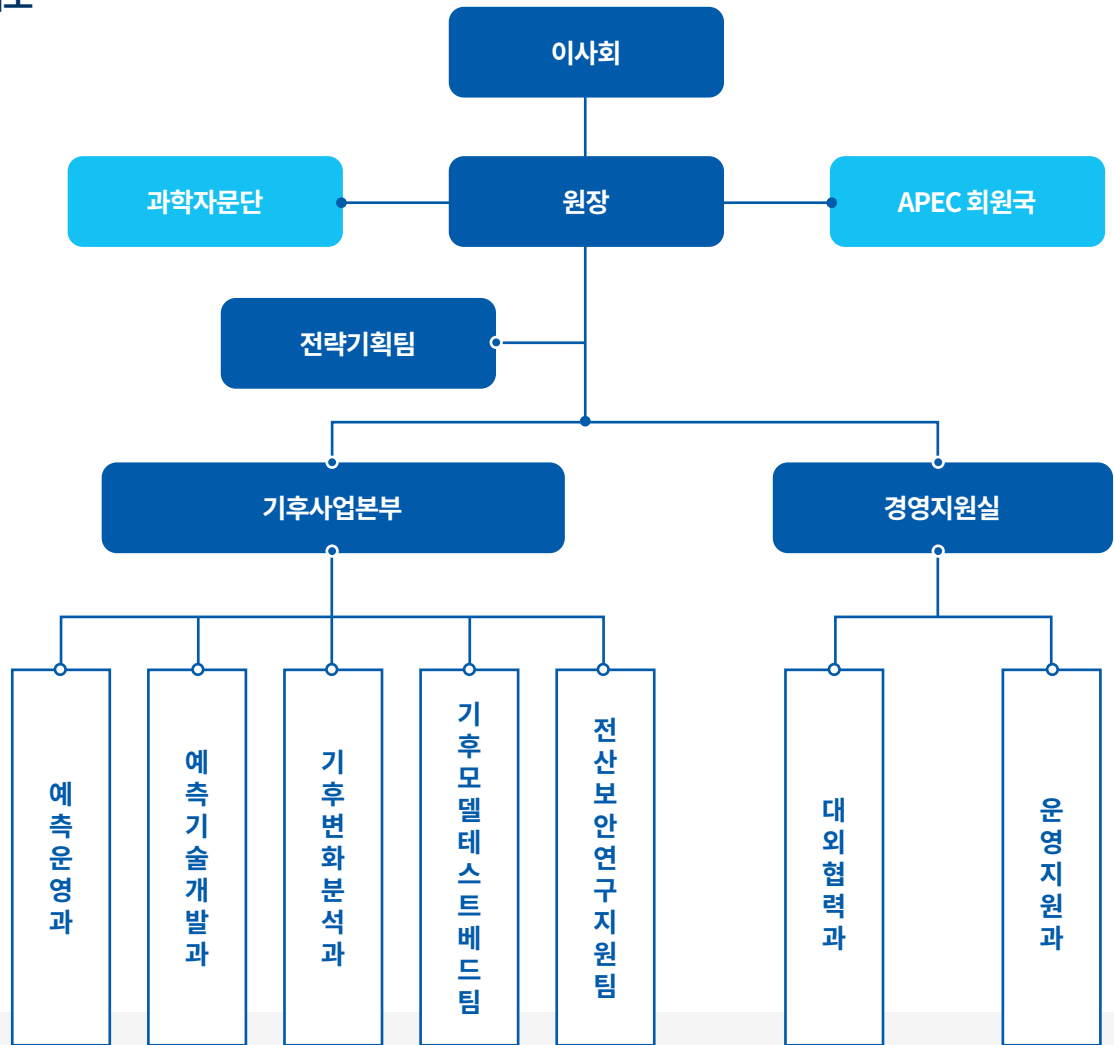
■ 기관 소개



아시아·태평양경제협력체 기후센터 (아태기후센터, APCC)

아시아·태평양 지역의 기후·기후변화 감시 및 예측기술개발과
관련 기후정보 등의 활용 촉진을 위한 협력을 통해
기후변화로 인한 경제적 손실의 경감, 인명과 재산의 보호에 기여하여
우리나라를 포함한 아태지역의 번영 실현에 이바지하고자 합니다.

조직도



부서명	주요업무
전략기획팀	사업 기획 및 평가와 공공기관 경영 평가를 담당, 공공기관 ESG 경영 및 만족도 수요조사 그리고 사업실명제 등을 수행
예측운영과	MME 계절예측과 BSISO 및 SCoPS 계절예측을 운영하고, WMO 선도센터 및 ESGF의 운영 및 관리, APCC 홈페이지 운영을 담당하며 예측정보의 활용을 지원함. 또한 기상청의 3개월 전망을 지원
예측기술개발과	계절내 예측기술 및 시스템 개발, SCoPS 개선 및 개발, SCoPS 계절내예측 운영 및 AI 기후예측 기술을 개발하고 있고, 기상청의 1개월 전망을 지원
기후변화분석과	Decadal timescale 변동성 분석, 기후변화 탐지 및 원인 규명, 기후변화 영향 분석 및 시나리오 상세화를 수행하고 IPCC, UNFCCC 등과의 국제협력을 담당
기후모델테스트베드팀	테스트베드 기반 기후예측모델 개선기술 평가 및 기후예측성능 검증과 기상청 기후예측모델 성능평가체계 고도화를 담당
전산보안연구지원팀	전산체계와 네트워크, 정보보안 운영 및 관리 그리고 전산체계 및 네트워크 사용자에게 대한 지원을 담당

05

아시아-태평양경제협력체 기후센터



2024년도 APCC 주요뉴스



01_

APEC기후센터, 기후변화감시에측법 시행에 따라 ‘아시아·태평양경제 협력체 기후센터’로 새출발



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 기후변화 대응을 위한 과학적 감시와 예측을 강화하는 ‘기후·기후변화 감시 및 예측 등에 관한 법률(이하 기후변화감시에측법)’이 2024년 10월 25일부터 시행됨에 따라 기관명을 기존의 ‘APEC기후센터’에서 ‘아시아·태평양경제협력체 기후센터(이하 아태기후센터)’로 변경하고 새롭게 출범하였다.

아태기후센터는 기후변화감시에측법 제20조(아태기후센터의 설립)에 따라 아태 지역의 기후·기후변화 감시 및 예측 기술의 개발 그리고 관련 기후정보 등의 활용 촉진을 위한 국내외 협력을 수행한다. 이를 통해 기후변화로 인한 경제적 손실의 경감 및 인명과 재산의 보호에 기여함으로써 우리나라를 포함한 아태 지역의 번영 실현에 이바지할 예정이다.

02_

아시아·태평양경제협력체 기후센터, 페루 기상청 및 외교부와 함께 2024년도 APEC 기후심포지엄 개최



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 페루 기상청 및 외교부와 공동으로 2024년도 APEC 기후심포지엄을 개최했다. 올해 심포지엄은 2024년 8월 12일(월)부터 13일(화)까지 페루 리마에서 열렸으며 엘니뇨와 라니냐 현상으로 대표되는 엘니뇨-남방진동(ENSO)이 아시아·태평양 지역에 미치는 심각한 영향을 논의하고, 이를 대비하기 위한 회원국 간 협력을 강화할 필요성이 강조되었다. 올해 심포지엄에는 16개국에서 120명의 참가자들이 참석했다.

ENSO는 태평양 열대 지역의 해수온도 변화와 관련된 반복적인 기후 현상으로, 전 세계 날씨에 큰 영향을 미치며 아시아태평양 지역의 강수량, 폭풍 패턴, 기온변화 등을 좌우한다. 특히 기후변화와 함께 극한 기후현상이 빈번해지며, 경제 및 생계에 심각한 혼란을 초래하고 있다.

엘니뇨 남방진동(ENSO) 대응·대비 강화를 통한 지속가능하고 회복력있는 사회 구현(Towards a Sustainable and Resilient Society through Enhanced ENSO Response and Preparedness)을 주제로 한 이번 심포지엄에서는 ENSO 예측 과학과 기술, 부문별 기후변화 및 ENSO의 영향과 협력방안을 주제로 한 전문가 발표 세션과 함께 기후변화 및 ENSO 대응·대비 경험공유 및 정책제언을 위한 전문가 패널토론이 함께 진행되었다.

아태기후센터 신도식 원장은 개회식에서 APEC 회원국들은 이상기후와 그 영향으로 인해 농업, 보건, 수자원관리 등의 분야에서 직·간접적인 영향을 받고있으며 극한 기상현상에 따른 경제적·사회적 피해를 최소화하기 위해 즉각적인 대응과 과학적 의사결정의 필요성을 강조했다.

페루 환경부 차관 Raquel Hillianova Soto Torres는 자연재해로 인한 연간 피해액이 1980년대 520억 달러에서 최근 10년간 2,070달러, 2020년대 초반 3년간 2,320억 달러로 급증했다고 언급하며, 기후과학 및 기술을 활용한 재난위험 관리와 적응력 강화의 중요성을 강조했다.

02_

APEC 고위관리회의의장 Carlos Vazquez 대사는 개회사에서 “ENSO와 같은 기후현상은 아시아태평양 지역 경제에 큰 영향을 미치며, APEC은 기후변화 대응의 시급성을 오랫동안 인식해왔다”며, 회원국 간 공동 대응의 중요성을 역설했다.

기조연설에서 샌디에고 대학교 Shang-Ping Xie 교수는 지구온난화로 인해 엘니뇨의 영향이 강해지며 폭풍 활동과 집중호우가 증가하고 있다고 지적했다. 하지만 장기적으로 지구온난화 추세가 ENSO의 강도를 완화할 가능성도 있다며, 기후변동성에서 ENSO의 역할을 이해하는 것이 중요하다고 강조했다. 그는 또한 ENSO와 그 글로벌 영향을 예측하기 위해 관측 데이터의 개선, 기후모델의 발전, 대기-해양 상호작용에 대한 심층 연구의 필요성을 강조했다.

기조연설 이후 3개의 세션에서는 최신 ENSO 예측연구 현황, ENSO가 농업, 수자원, 보건 부문에 끼치는 영향과 협력 대응사례 공유, ENSO 및 기후변화 대응을 위한 다양한 이해관계자들의 협력방안에 대한 전문가 발표와 토론이 진행되었다.

2024년도 APEC 기후심포지엄 발표 및 토론에 관한 보다 자세한 정보는 아태기후센터 홈페이지에서 확인할 수 있다.

아태기후센터는 APEC 기후심포지엄을 통해 기후정보의 활용 극대화 및 활용 방안을 모색하여 아태지역을 포함한 전세계 기후변화 대응을 위한 유관기관 전문가 네트워크를 강화하고자한다. 특히 매년 APEC 의장국과 협력하여 개최되는 심포지엄은 APEC 회원국의 승인을 받아 추진되는 만큼 APEC에서 매년 선정하고 있는 주제와 중점과제를 면밀히 검토하여 관련 내용을 심포지엄에 담고자 노력하고 있다. 2024년에는 의장국인 페루의 우선순위를 고려하여 ENSO 대응을 주제로 하였으며, 2025년에는 한국이 APEC 의장국을 수임하는 해로 한국의 주제와 중점과제를 고려하여 주제를 선정할 예정이다.

APEC

03 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터와 국립기상과학원, 2024년도 제5차 APCC 기후예측워크숍 공동 개최



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APEC Climate Center, APCC)는 국립기상과학원과 공동으로 2024년 7월 4일(목)과 5일(금) 양일간 기상청 서울청사 대강당에서 ‘기후위기의 시대, 미래 전망을 위한 기술 발전과 협력’을 주제로 ‘2024년도 제5차 APCC 기후예측워크숍’을 개최했다.

아태기후센터는 국내 기후예측 기술개발 및 성과창출을 위해 기후예측 연구의 전문성 및 전문가 협력을 강화하고자 2020년부터 기후예측워크숍을 정례화하여 운영하고 있다. 2024년에 개최한 제5차 기후예측워크숍은 특히 기후위기가 심각해짐에 따라 기후변화에 대응하기 위한 국가적 노력의 일환으로, APCC와 국립기상과학원의 전문성을 향상하고 시너지 확대를 도모하여 국가 기후위기에 과학적인 대응에 기여하는 것을 목표로 하였다.

기후위기 대응을 위한 기술발전과 협력을 주제로 하여, 계절내-계절-십년 예측, 미래 기후 변화 전망, 기후변화에 따른 분야별 대응 방안에 대한 각각의 전문가 발표들이 이루어졌으며, 기술발전을 위한 분야별 협력방안에 대한 전문가 토론이 이루어졌다.

이번 워크숍을 통해 각 분야 전문가들은 급변하는 기후조건에서 적합한 연구 방향성과 정보 전달의 방법은 무엇인지, 기관별·산업별로 어떠한 기술발전을 위한 협력이 가능할 것인지, 그리고 기후정보 제공자의 역할이 무엇인지를 심도있게 논의하였다. 워크숍에서 발표 및 논의된 자료는 APCC 홈페이지를 통해 확인 가능하다.

아태기후센터는 매년 기후예측워크숍을 통해 기후와 관련된 다양한 주제로 전문가 워크숍을 개최한다. 국내 다양한 분야의 전문가들이 국가 기후예측 기술발전을 위해 다채로운 논의를 펼칠 것을 기대해본다.

04 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터, 제7차 태평양 기상위원회에서 태평양 도서국 정부와 현지 기후변화 대응 위한 협력 방안 논의



아시아·태평양경제협력체 기후센터(이하 APCC) 신도식 원장과 전종안 선임연구원을 비롯한 연구진 일행은 2024년 9월 17일(화)부터 19일(목)까지 태평양 도서국인 바누아투에서 열린 제7차 태평양 기상위원회(PMC: Pacific Meteorological Council)에 참석하였다.

APCC는 유엔 *녹색기후기금(GCF) 지원 사업으로 ‘바누아투 기후변화 대응능력 향상을 위한 기후정보서비스 개발(이하 바누아투 기후정보서비스 개발, Van-KIRAP)’ 사업을 2018년부터 2023년까지 수행하였다. APCC는 이 사업에서 기후예측정보를 활용하여 기후변화·변동으로 발생할 수 있는 농업 분야의 위험에 대해 관리 능력을 높이는 분야를 담당했다.

또한, APCC는 바누아투 농업 현장의 지속가능한 기후변화 대응을 실현하기 위해 ‘바누아투 농업부문 기후정보서비스 시스템(이하 OSCAR, 사이트 주소: <https://oscar.gov.vu>)’을 개발해 2023년 8월에 바누아투 정부에 성공적으로 이양하였다. 이와 함께 현지 농업 현장에서 OSCAR가 잘 활용되도록 이의 지속적인 운영·관리에 필요한 바누아투 내 기관들의 인적 역량을 배양하기 위해 워크숍 및 교육도 이 사업에서 수행하였다.

현지에서의 OSCAR에 대한 성공적인 활용 및 지대한 관심으로 태평양환경계획(SPREP)과 바누아투 정부는 바누아투 기후정보서비스 개발의 후속사업(Van-KIRAP-II, 이하 후속사업)을 APCC와 공동으로 수행할 것을 요청하였다. 이에 APCC는 녹색기후기금(GCF) 지원사업으로 추진하기 위해 태평양환경계획(SPREP) 그리고 바누아투 정부와 함께 후속사업을 공식적으로 발굴하고 있다.

04 _

또한, 현지 정부의 요청으로 바누아투 정부 최고 정책결정기구(NAB: National Advisory Board)에게 후속사업(Van-KIRAP-II)에 대한 제안서를 발표하고 이의 검토의견을 수렴해 반영하였다. NAB는 바누아투 기후변화 및 재해위험 저감에 대한 최고정책결정기구이며 이번 후속사업(Van-KIRAP-II)이 녹색기후기금(GCF) 지원 사업으로 추진되려면 NAB의 공식적인 승인이 사전에 반드시 필요하다.

한편 태평양환경계획(SPREP)은 태평양 도서국인 사모아아피아(Apia)에 본부가 있고, 바누아투 기후정보서비스 개발(Van-KIRAP)' 사업을 유엔 녹색기후기금(GCF) 지원 대상 사업으로 제안해 승인받았던 국제기구이다. 녹색기후기금(GCF) 지원 사업의 시행에서 종료까지 전 과정을 관리하는 이행기구이다.

APCC의 신도식 원장과 연구진 일행은 이번 방문에서 태평양환경계획(SPREP) 및 태평양 도서국 정부의 기후·기후변화 관련 고위 각료들과의 기후협력 회의를 진행하였고, 2024년 9월 17일(화)에는 PMC 부대행사(Side Event)를 개최하였다. PMC 부대행사를 통해서는 OSCAR에 대한 성공적인 개발 사례 및 지속가능한 운영·유지관리 체계의 구축 성과와 후속사업에 관해 태평양 도서국 정부에 소개하고, 현지 정부와의 기후협력 네트워크를 강화하였다.

APCC는 태평양 도서국인 바누아투를 대상으로 한 녹색기후기금(GCF) 지원 사업에서의 경험과 성과를 기반으로 태평양 도서국에 적합한 지역 맞춤형 기후정보서비스 개발·구축 사업을 현지 정부와 함께 적극적으로 발굴해 추진할 계획이다.

APCC

05 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터, COP29에서 태평양 도서국 기후정보서비스 확장 및 국제 협력 방안 논의



아시아·태평양경제협력체 기후센터(아태기후센터)의 전종안 선임연구원, 이성규 연구원, 정임국 연구원, 김지현 행정원을 포함한 연구진은 2024년 11월 15일(금)부터 11월 23일(토)까지 아제르바이잔 바쿠에서 열린 제29차 유엔 기후변화 협약 당사국 총회(COP29)에 참석하였다.

아태기후센터는 태평양환경계획(SPREP) 및 바누아투 기상청(VMGD)과 함께 ‘바누아투 기후정보서비스 개발(Van-KIRAP)’ 사업을 통해 개발한 OSCAR 시스템의 성공 사례를 공유하고, 후속 사업 개발을 위한 논의를 진행하였다. 특히 COP29 부대행사로 11월 19일 개최된 “태평양 지역의 기후 회복력 강화를 위한 Van-KIRAP의 성공 사례와 OSCAR 시스템의 확장 가능성” 세션에서 OSCAR 시스템의 운영 성과와 확장 가능성을 국제적으로 알리는 기회를 가졌다.

OSCAR 시스템은 기후변화 및 변동으로 인한 농업 분야의 위험을 관리하고, 기후정보를 활용한 농업 생산성 향상을 지원하는 혁신적 도구로서, 아태기후센터는 이 시스템의 지속적인 운영과 현지화 방안을 지원하였다. 2023년 8월, 바누아투 정부에 성공적으로 이양된 OSCAR는 농업 부문에서 기후정보서비스의 모범 사례로 주목받고 있다.

이번 출장에서 아태기후센터는 SPREP 및 태평양 도서국 관계자들과의 고위급 회의를 통해 후속 사업(Van-KIRAP-II)의 추진 방향과 글로벌 기후정보서비스 확장 방안을 논의하였다. 특히, 사모아 기상청 및 WMO 주관 회의 참석을 통해 태평양 지역뿐만 아니라 다른 지역으로의 적용 가능성에 대한 협력 방안을 모색하였다.

또한, COP29 부대행사를 통해 아태기후센터는 OSCAR 시스템의 기후변화 대응 효과와 이를 기반으로 한 지역 맞춤형 기후정보서비스 개발 전략을 소개하며, 후속 사업 추진을 위한 국제적 관심과 협력을 이끌어냈다.

아태기후센터는 이번 COP29 참석을 계기로 기후정보서비스의 글로벌 확장을 위한 협력 기반을 강화하였으며, 앞으로 태평양 도서국을 포함한 다양한 지역에서 지속 가능한 기후변화 대응 사업을 적극적으로 발굴하고 추진할 계획이다.

06 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터, 부산 센텀지구 ESG 협의체 ‘으쓱(ESG)’ 업무협약식 개최



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 2024년 7월 25일(목) 아태기후센터 중회의실에서 부산 해운대 센텀지구 내 16개 기관이 참여하는 센텀지구 유관기관 ESG 협의체 ‘으쓱(ESG)’ 업무협약식을 개최하였다.

이번 ‘으쓱’ 업무협약(MOU) 체결에 참여한 부산 해운대 센텀지구 내 16개 기관은 아시아·태평양경제협력체 기후센터를 비롯해 게임물관리위원회, 벅스코, 부산경남대표방송 KNN, 부산디자인진흥원, 부산과학기술고등교육진흥원, 부산영상위원회, 부산정보산업진흥원, 시청자미디어재단 부산시청자미디어센터, 영상물등급위원회, 영화의 전당, 영화진흥위원회, 중소벤처기업진흥공단 부산동부지부, KOICA 부산사무소, 한국언론진흥재단 부산지사, 한국청소년상담복지개발원이다.

이번 업무협약은 센텀지구 내 16개 기관이 지역사회와의 협력을 통해 기후위기에 공동으로 대응하고, ESG 경영 실천에 필요한 유기적인 협조체제의 구축을 통해 상호 정책을 공유·연계함으로써 지역상생 및 동반성장에 기여하는 사회적 책임을 다하고자 체결되었다.

이번 업무협약 체결에 참여한 16개 기관은 △ 센텀지구 유관기관 ESG 협의체 ‘으쓱’ 운영 △ 친환경·ESG 경영 공동 실천 △ 지속가능한 ESG 경영 본보기·사례 공유 △ 지역상생 발전을 위한 공동모금 조성 △ 지역주민 소통 및 참여 강화 △ 사회적 약자를 위한 사회공헌 활동에 필요한 협력 과제의 공동 발굴 등에 있어 협력할 예정이다.

07 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터, 2024년도 태평양 도서국 젊은 과학자 지원 사업 교육·훈련 프로그램 실시



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 5개 태평양 도서국 내 기상청 등의 기후예측 실무 직원 5명을 부산 해운대에 있는 센터로 초청해 기후연구·실무 관련 교육·실습 기회를 제공하는 “2024년도 태평양 도서국 젊은 과학자 지원 사업”을 2024년 5월 30일(목)부터 6월 28일(금)까지 30일간 실시하였다.

이번 사업은 세계유엔환경계획 사무국(UNEP)이 제안해 아태기후센터가 참여하고 있는 ‘태평양 5개 도서국가 기후정보·지식 서비스 강화 사업’의 일환으로 열렸다. 아태기후센터는 2022년부터 *유엔환경계획(UNEP)이 제안하고 녹색기후기금(GCF)이 지원하는 총 550억원(APCC 사업비 약 20억원) 규모의 ‘태평양 5개 도서국가 기후정보·지식 서비스 강화 사업’에 참여하고 있다. 이 사업은 2026년 9월까지 총 5년 동안 수행되는 사업이다. 태평양 5개 도서국가는 팔라우, 쿡 제도, 니우에, 마셜제도 공화국, 투발루이다.

아태기후센터의 젊은 과학자 지원사업은 단기적인 기술교육에서 탈피해 자체적인 기후연구·예측 역량이 부족한 태평양 도서국 내 기후 분야 젊은 과학자 또는 기상청의 연구·실무 인력들이 선진 기후예측 기술과 기후정보 활용 방법 등에 관한 훈련을 장기적으로 받을 수 있도록 한 사업이다.

08 _

APCC, UNEP과 SPREP 그리고 WMO와 함께 제3차 태평양 도서국 기후정보서비스 사용자 역량 강화 교육 워크숍 개최



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 유엔환경계획(UNEP)과 태평양환경계획(SPREP) 그리고 세계기상기구(WMO)와 공동으로 태평양 도서국 중의 하나인 통가 누쿠알로파에서 지역 내 국제기구와 5개 태평양 도서국의 기상청 내 기후예측 관계자 등이 참석한 가운데 2024년 10월 14일(월)부터 18일(금)까지 5일 동안 “APCC-UNEP 제3차 태평양 도서국 기후예측 및 PICASO 지역교육 워크숍(이하 교육 워크숍)”을 개최하였다.

APCC와 UNEP은 태평양 도서국에서의 기후정보 서비스 활성화를 지원하는 국제기구인 SPREP 그리고 WMO와 함께 교육대상을 14개 태평양 도서국으로 넓혀 이번 제3차 교육 워크숍을 개최하였다.

이번 교육 워크숍은 태평양 5개 도서국 기상청의 기후예측 및 기후정보 활용 역량 향상을 도모하는 것은 물론 다른 태평양 도서국들에도 ‘태평양 도서국가 맞춤형 기후예측 시스템’의 활용을 확산시키고자 열렸다. 이를 통해 기후변화에 대한 전체 태평양 도서국들의 회복역량(Resilience: 문제 발생의 악순환 고리를 끊어 위험요인을 구조적으로 줄일 수 있는 역량)을 높이 고자 하였다.

이번 교육 워크숍에서 아태기후센터의 사업 참여 연구진들이 현지에서 기후예측을 주제로 강의하고, 태평양 도서국가 맞춤형 기후예측 시스템에 관한 활용과 장기 기후전망의 생산 방법을 교육했다. 또한 지역 기후변동과 대규모 기후패턴간의 연관성에 대한 실습을 진행해 참가자들의 기후예측에 대한 이해도를 높였다.

09 _

APCC, 페루 기상청과 페루 기후회복력 강화를 위한 기후정보서비스 향상에 관한 협력 추진



아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 주웨더피아 및 전문가팀과 함께 한국국제협력단(KOICA)의 지원으로 “페루 기후회복력 강화를 위한 기후정보서비스 고도화 및 기후 변화 감시·예측 역량강화” 사업을 2024년 10월부터 시작하였다. 이 사업은 2025년 5월에 종료될 예정이다.

페루기상청(SENAMHI)의 적극적인 협조를 통해 추진되고 있는 이 사업은 페루기상청의 기후정보가 보다 적절하게 활용되어 페루 각 지역에서 이상기후에 적극적으로 대응할 수 있는 역량을 확보하는 것을 목표로 하고 있다. 사업팀은 지난 10월과 11월에 두 차례에 걸쳐 페루 현지 조사를 진행하여, 정부부처, 유관기관, 농민, NGO 등 페루 내 기후정보서비스와 관련된 다양한 이해관계자와의 심층 면담을 통해 현지 수요와 내외부 환경에 대한 분석을 진행하였다.



09 _

또한, 현지 관계자 심층 면담과 수요조사를 바탕으로 일차 요약된 내용을 이해관계자 워크숍을 통해 공유하였다. 11월 29일(금), 페루 농업관계부 오디토리움에서 개최된 이 워크숍에는 페루기상청, 농업관계부, 환경부 등 정부 관계자와 다양한 이해관계자 60여명이 참석하였으며, 기후정보서비스의 중요성과 다각적이고 지속적인 협력의 필요성에 대해 모두 공감하였다. 페루 기상청장 Gabriela Rosas Benancio는 APCC와 같은 국제 파트너와의 협력을 통해 기후변화 취약 부문에 대한 고품질의 기후서비스 제공으로 국가의 기후회복력을 강화시키기를 기대한다고 언급하고 지속적인 협력에 대한 지지와 기대를 표현하였다.

사업팀은 해당 사업을 통해 페루 기후회복력 강화를 위한 중장기 로드맵과 목표 달성을 위한 우선순위 후보사업(KOICA의 Track2대상 사업)을 제시할 예정으로, 조사내용을 바탕으로 페루 기상청에서 추진하고 있는 농업기후관리플랫폼(PGA)의 활성화 및 확장을 통해 실효성 있는 기후정보서비스의 구현과 이를 뒷받침하기 위한 기후예측 및 데이터 기술향상을 목표로 하는 향후 사업 방향을 설정하였다. 2025년 2월에 예정된 3차 현지조사를 통해 사업내용과 범위를 보다 구체화할 계획이다.



APCC

10 _

부산기후변화협의체, 2024년도 부산기후변화포럼 개최



부산광역시, 부산지방기상청, 부산연구원, 그리고 아시아·태평양경제협력체 기후센터 (APCC)가 참여하고 있는 부산기후변화협의체는 2024년 6월 25일(화) 오후 2시, 부산에 있는 국제빌딩에서 ‘1.5도를 넘은 지역사회의 기후재난 대응’을 주제로 ‘2024년도 부산 기후변화 포럼’을 개최했다.

이번 2024년도 부산 기후변화 포럼은 지구온난화로 인한 기후위기 대응과 탄소중립에 관심이 많은 부산지역 유관기관의 기후적응 및 재난안전 관계자, 부산시 등의 지자체, 학계, 언론 등 60여명의 관계자가 참여하였다. 전 지구적으로 IPCC에서 권고한 1.5도 임계기온을 넘고 있는 상황에서 지역사회가 기후재난에 어떻게 대응할 수 있는지 대응방안을 논의하기 위해 마련된 이번 포럼에서는 부산 기후변화 현황 및 기상·기후 정책, 국가 기후위기 적응 대책, 부산광역시 기후위기 적응대책이라는 주제로 3개의 발표가 이어졌다.

또한, 기후재난 대응을 위한 분야별 역할을 주제로, 부산시와 유관기관, 학계, 언론에서 전문가들이 심도 있는 논의를 진행하였다. 기후위기라는 전지구적 난제에 대응하기 위해서 각 기관별 협력의 중요성이 재차 강조되었고, 특히 정책적인 측면에서는 부산시의 역할이 중요함에 모두가 동의하였다.

부산기후변화협의체는 민·관·학·연 참여로 부산 지역 내 기후변화 관련 과학·정책 공유 도모와 부산의 2050 탄소중립 이행 및 기후변화 문제 공동 대응을 목적으로 부산광역시, 부산지방기상청, 부산연구원과 아태기후센터 등 4개 기관이 참여해 2021년 3월 지방자치단체(지자체) 단위에서는 전국 최초로 결성되었다.

11 _

기후정보서비스의 사용 편의성과 활용성을 높인 APCC 홈페이지 개편

아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 기후정보서비스의 사용 편의성과 활용성의 증진을 위해 동적 표출 기술을 활용해 기관의 공식 홈페이지(<https://www.apcc21.org>)를 개편하였다.

이번에 개편된 기관 홈페이지는 동적 표출 기술을 이용해 사용자가 이미지의 관심 지역을 마우스로 선택하면 실제 수치와 추가 정보를 제공한다. 반면에 이전의 홈페이지에서는 기후정보의 고정된 이미지의 범례를 참고하여 관심 지역의 수치를 정보 이용자가 추정했다.

또한, 이번 홈페이지 개편을 통해 기존 홈페이지의 콘텐츠 보완 및 디자인의 가시성을 높이고, 다양한 디지털 환경에 맞춘 최적화된 화면을 제공할 수 있게 했다.



12 _

아시아·태평양경제협력체 기후센터, 2024년도 APCC 기후정보 생산·활용 사용자 워크숍 개최

아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC)는 센터가 제공하는 다양한 기후정보와 서비스의 활용성을 확대하고 사용자의 수요에 부응하는 서비스를 제공하기 위해 2024년 9월 26일(목)부터 27일(금)까지 2일간 2024년도 APCC 기후정보 생산 및 활용 사용자워크숍을 개최하였다.

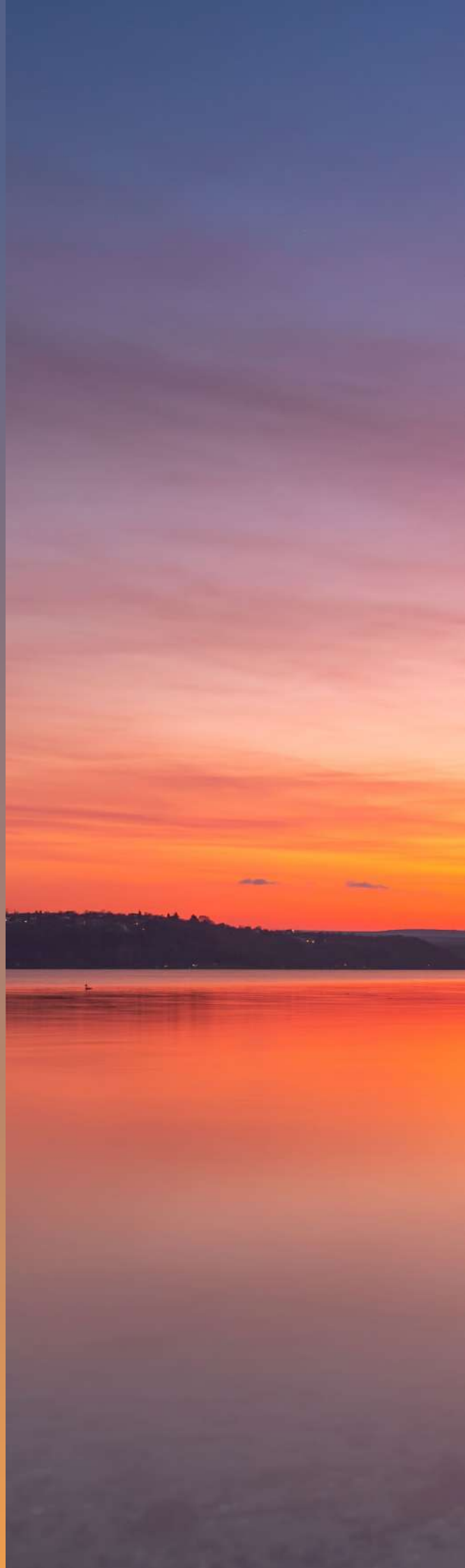
국내 기후·환경 관련 유관기관 및 대학·대학원생 등이 참가한 이번 워크숍에서는 기후예측자료 및 APCC 기후예측시스템에 대한 이해, 기후변화 영향평가, 여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용, 기후감시와 분석에 대한 강의와 APCC 기후정보서비스 통합플랫폼(CLIK) 종합실습이 이루어졌다.

아태기후센터는 앞으로도 기관의 기후예측 및 기후정보서비스 활용 교육을 통한 신규사용자 확보 및 수요에 부응하는 서비스 제공을 위해 이와 같은 사용자 참여형 프로그램을 지속적으로 운영할 계획이다.

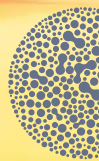


06

아시아-태평양경제협력체 기후센터



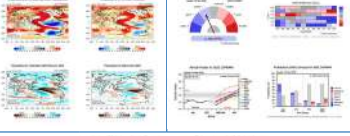
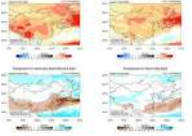
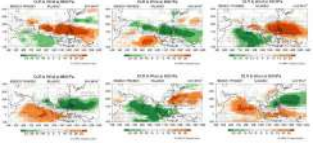
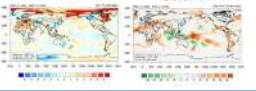
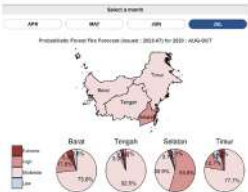
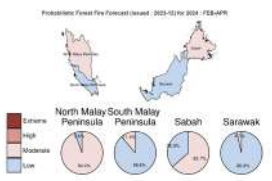
부록 1~4



부록 1

APCC 기후정보 서비스

APCC에서 생산/수집/가공된 기후자료를 사용자가 더 효과적으로 활용할 수 있도록 다양한 기후정보서비스를 운영하고 있습니다.

분류	서비스명	서비스 화면	설명
기후 정보 제공 서비스	전지구 계절예측		매월 15일 동아시아와 전 세계를 대상으로 향후 6개월의 기후예측 정보를 생산하여 국내외 APEC회원국의 기후관련 기관에 제공 https://apcc21.org/ser/global/outlookSummary.do?lang=ko
	동아시아 계절예측		향후 6개월 기후정보에 대한 국내 기후정보사용자의 활용을 높이고 센터의 국내 기여를 강화하고자 동아시아 계절예측정보 제공 https://apcc21.org/ser/eastasia/outlook.do?lang=ko
	여름철 계절내 진동 예측		아시아지역의 여름철 몬순의 시기와 강도에 큰영향을 미치는 정보로, 15일~2개월 동안의 여름철 계절내 진동 모니터링 지수를 실시간으로 제공 https://apcc21.org/ser/meth.do?lang=ko
	기후현황		전지구 가뭄, 홍수 모니터링 정보와 같은 현재 기후현상 정보 제공 https://apcc21.org/ser/high.do?lang=ko
맞춤형 기후정보 서비스	APCC 기후서비스 통합 플랫폼 CLIK, CLimate Information toolKit, https://cliks.apcc21.org	기후 정보 제공 서비스 	APCC의 다양한 기후 정보 서비스를 하나의 통합플랫폼에서 제공 - 기후정보제공 서비스: APCC 기후정보를 다양한 방법으로 내려받을 수 있는 플랫폼 기반 서비스 - 기후정보 생산 서비스: 다양한 모델 조합을 통한 MME 예측정보와 지점별 상세화 예측정보를 사용자 맞춤형으로 생산 - 기후정보 처리 서비스: 사용자가 설정한 지역, 변수, 기간에 대해 필요한 자료만 추출 가능
		기후 정보 생산 서비스 	
		기후 정보 처리 서비스 	
기후 정보 활용	동남아시아 산불·연무 조기경보 예측 서비스 (인도네시아)		해당지역 6개월 강수량 예측 정보를 이용해 건기(1년 중 강수량이 매우 적은 기간)인 8월부터 10월 기간 사이의 산불로 인한 화재·연무 발생 가능성과 관련된 예측정보를 매년 4월부터 7월 사이에 매월 20일 생산·제공 https://www.apcc21.org/prediction/fhewsid
	동남아시아 산불·연무 조기경보 예측 서비스 (말레이시아)		해당지역 6개월 강수량 예측 정보를 이용해 건기(1년 중 강수량이 매우 적은 기간)인 2월부터 4월 기간 사이의 산불로 인한 화재·연무 발생 가능성과 관련된 예측정보를 매년 10월부터 1월 사이에 매월 20일 생산·제공 https://www.apcc21.org/prediction/fhewsmly

부록 2

APCC 다중모델 앙상블 참여기관 소개

아시아·태평양경제협력체 기후센터(APCC, APEC Climate Center)는 전 세계 11개국 16개 기관의 기후예측 모델 자료를 수집하여 앙상블 기법을 적용한 고품질 기후예측정보를 매월 15일경 생산하고 있다. 이러한 실시간 예측정보는 아태기후센터 홈페이지를 통해 매달 제공되고 있다 (<https://www.apcc21.org>).

다중모델 앙상블 예측 및 감시 정보 개선

2023년 11월부터는 아태기후센터 기후전망을 사용자가 더 쉽게 이해할 수 있게 그림과 텍스트를 함께 배치하고, 특히 기온과 강수에 대한 MME 확률예측 그림 내 해당 지역에 대한 확률 카테고리 색깔을 텍스트와 같게 적용함으로써 기술된 전망의 지역 구분을 쉽게 할 수 있게 했다.

또한, 2024년 2월부터 새롭게 개편된 아태기후센터 홈페이지를 통해 기후정보를 제공하고 있다. 모든 웹페이지는 최신의 웹서비스 기술과 새로운 디자인을 사용하여 개편되었으며, MME 및 개별모델 기후예측, 기후현황, 기후지수에 대해 동적 웹 콘텐츠를 제공한다.

다중모델 앙상블 참여모델 개선

2024년에는 2개 기관의 모델(¹⁾ECCC, ²⁾MGO)이 개선되었다. 이에, 개선된 모델들의 예측력을 평가한 후 MME(다중모델앙상블: Multi-Model Ensemble)에 적용하였으며 이들이 MME 예측력 향상에 긍정적 영향을 주는 것으로 나타났다.



1) ECCC (Environment and Climate Change Canada)

캐나다 기상청

2) MGO (Voeikov Main Geophysical Observatory)

러시아 중앙지구물리연구소

부록 3

여름철 계절내 진동(BSISO) 참여기관 소개

1) NCEP (National Centers for Environmental Prediction)

미국 대기해양 관리청

2) ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts)

유럽중기예보센터

3) CWA (Central Weather Administration)

대만 기상청

4) BOM (Bureau of Meteorology)

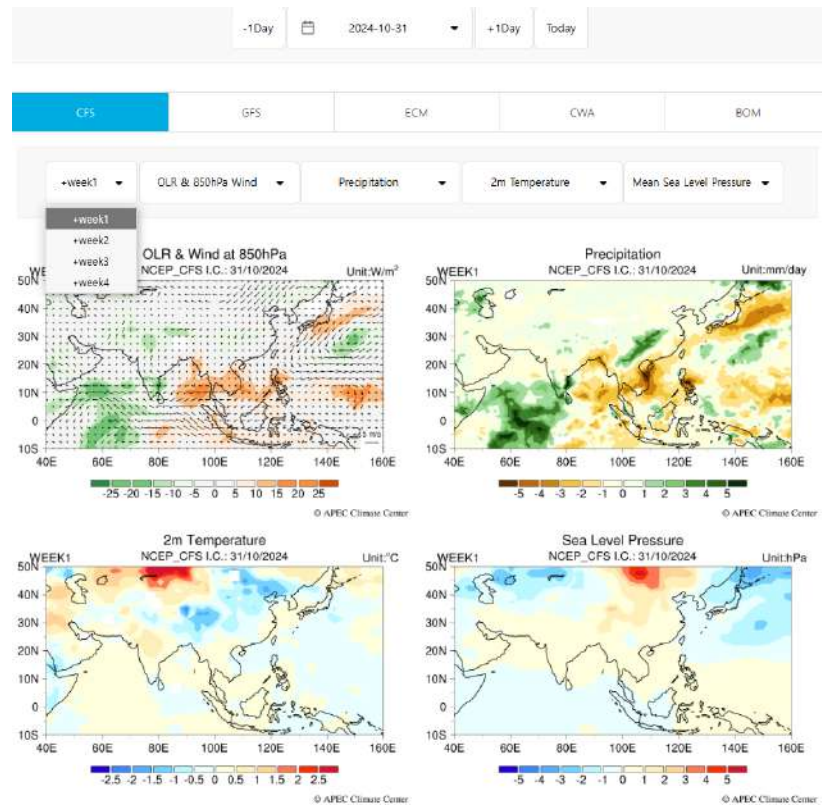
호주 기상청

아태기후센터는 아시아지역의 여름철 계절내 진동 (Boreal Summer IntraSeasonal Oscillation, BSISO) 지수의 감시 및 예측정보를 5월부터 10월까지 매일 제공하고 있다. BSISO는 15-60일 주기로 열대 인도양에서 발생하여 점진적으로 주로 북진하며 아시아 지역의 여름 몬순과 대기 순환, 날씨에 영향을 주는 대규모 대류현상이다. BSISO 지수는 30-60일 주기로 북진하는 모드 BSISO1과 10-30일의 주기로 북진/북서진하는 모드 BSISO2로 표현되며 주요 대류활동 위치에 따라 각각 8개의 위상으로 분리할 수 있다. 현재는 4개 기관 (¹NCEP, ²ECMWF, ³CWA, ⁴BOM) 모델 5개로 운영되고 있다.

2022년부터 WMO (World Meteorological Organization)의 기후 평년값 권고 기준에 따라 아태기후센터의 BSISO (BSISO, Boreal Summer Intra-Seasonal Oscillation) 계절예측시스템의 평년 기간을 1981~2010년에서 1991~2020년의 30년으로 변경하여 BSISO 정보를 생산하였고, 이와 함께 홈페이지를 통해 제공되는 그림의 가독성과 가시성을 높였다.

2023년에는 한반도에 미치는 BSISO의 영향을 보다 명확하게 나타내기 위해 영향장 계산 영역을 기존 10S~40N, 40E~160E에서 10S~50N, 40E~160E로 위도를 북쪽으로 10도 확장하였고 예측기간을 기존 3주에서 4주 이상으로 확대하였다.

2024년부터는 BSISO의 입력장이 되는 관측 OLR (Outgoing Longwave Radiation) 자료가 NOAA un-interpolated OLR에서 NOAA-CPC blended OLR로 변경되어 BSISO 감시 및 검증에 활용하고 있다.



APCC BSISO 영향장 영역 및 예측기간 확장 결과예시

부록 4

논문

1. **Suryun Ham, Yeomin Jeong, Jin Ho Yoo, Somin Lim, Heesook Ji & Yu-Kyung Hyun**, 30 OCT. 2023 : What is the effect of atmospheric initial condition inconsistency between the hindcasts and real-time forecasts?, *Climate Dynamics* Volume 62, pages 1613-1623, 2024)
<https://doi.org/10.1007/s00382-023-06972-8>
2. **Young-Mi Min, Chang-Mook Im, Vladimir N. Kryjov, Daeun Jeong**, 30 Mar. 2024 : Recent Challenges in the APCC Multi-Model Ensemble Seasonal Prediction: Hind-cast Period Issue, *JGR Atmospheres* Volume 129, Issue 7
<https://doi.org/10.1029/2023JD039787>
3. **Matthew C. Wheeler, Hanh Nguyen, Chris Lucas, Zhi-Weng Chua, Simon Grainger, David A. Jones, Michelle L. L'Heureux, Ben Noll, Tristan Meyers, Nicolas C. Fauchereau, Alexandre Peltier, Thea Turkington, Hyung-Jin Kim, and Takafumi Umeda**, 25 Jun 2024 : Making Progress on the Operational Alerting of El Niño and La Niña in a Warming World, *Bulletin of the American Meteorological Society* Volume 105: Issue 6, E1042–E1044
<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-24-0095.1>
4. **Gaeun Kim, Woo - Seop Lee, Baek - Min Kim**, 20 May 2024 : Can seasonal prediction models capture the Arctic mid-latitude teleconnection on monthly time scales?, *Atmospheric Science Letters* Volume 25 Issue 8, e1235,
<https://doi.org/10.1002/asl.1235>
5. **Uran Chung, Jinyoung Rhee, Miae Kim, Soo - Jin Sohn**, 30 Aug. 2024 : Advancing sub-seasonal to seasonal multi-model ensemble precipitation prediction in east asia: Deep learning-based post-processing for improved accuracy, *Heliyon* Volume 10 Issue 16, e35933,
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35933>
6. **Sinil Yang, DW Shin, Steven Cocke, Chaehyeon Chelsea Nam, Mark Bourassa, Dong-Hyun Cha and Baek-Min Kim**, 14 Oct. 2024 : Unveiling the pivotal influence of sea spray heat fluxes on hurricane rapid intensification, *Environmental Research Letters*, Volume 19, Number 11,
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/ad7ee0>
7. **Soo-Jin Sohn, Hae-Jeong Kim, Sun-hee Shin, Jin Ho Yoo, Johan Lee, Kyung-On Boo, and Yu-Kyung Hyun**, 11 Oct. 2024 : Sharing Small Resources and Making Joint Efforts for the Improvement of Climate Prediction Model in South Korea, *Bulletin of the American Meteorological Society* ([Online Publication](#))
<https://doi.org/10.1175/bams-d-23-0150.1>
8. **Yu-Kyung Hyun, Jinkyung Park, Hee-Sook Ji, Johan Lee, Beomcheol Shin, Sang-Min Lee, Lee, Hyun-Ju, Hyung-Jin Kim, Yeon-Hee Park, Ji-Yeong Kim, Kyung-On Boo**, 27 Oct. 2024 : Comparative Assessment of the Seasonal Prediction Skill of Climate Prediction Systems ([GloSea6](#)) Using WMO LC-LRF Verification, *Atmosphere. Korean Meteorological Society*, vol.34, no.4, pp. 463-480 ([18 pages](#))
<https://doi.org/10.14191/Atmos.2024.34.4.463>



아시아·태평양경제협력체 기후센터

2024년도 연차보고서

아시아·태평양경제협력체 기후센터 2024년도 연차보고서의 제작을 위해
물심양면으로 노력과 지원을 아끼지 않으신
센터의 모든 직원과 국내외 협력기관들에게 감사드립니다.

발행처	아시아·태평양경제협력체 기후센터
기획·제작	대외협력과(APCC)

아시아·태평양경제협력체 기후센터의 허가 없이 이 책에 수록된 내용을 무단으로 전재 및 복제할 수 없습니다.
이 책의 전부 또는 일부를 이용하려면 반드시 아시아·태평양경제협력체 기후센터의 서면동의를 받아야 합니다.

