

# 2025년도 APCC 대표성과

## 3. 계절예측의 공백을 메우다: 계절내-계절 통합 활용 체계 구축

- 함수현 선임연구원(suryun01@apcc21.org)
- 민영미 선임연구원(ymin@apcc21.org)
- 송봉근 선임연구원(songbg@apcc21.org)
- 양신일 선임연구원(siyang@apcc21.org)
- 윤순조 선임연구원(sjyoon@apcc21.org)

아태기후센터(APCC)는 2017년부터 기상청의 1개월 전망 업무를 지원하기 위해 최신 계절내예측 정보를 수집하고 이를 가공하여 제공하는 협력 체계를 공고히 해오고 있다. 이 연구에서는 기상청 1개월 전망 지원을 위한 계절내(Subseasonal to Seasonal, S2S)예측 시스템과 딥러닝 기술을 적용한 기온 확률예측 시스템을 운영하였으며, 시스템 운영의 효율성 제고를 위해 자료 수집 및 예측 생산 서버의 이전과 개선 업무를 수행하였다. 또한, 사례 분석을 통해 단순 월평균 값만으로는 파악하기 어려운 상세한 기상 변동성에 대한 예측 성능을 검증하였다. 이를 통해 월내 변동성 파악을 위해 계절내예측 정보가 높은 유효성을 가지고 있음을 확인하였다. 그러나 현재 생산하는 결과만으로는 차별화된 계절내예측 정보를 생산하기에 한계가 있으며, APCC 홈페이지를 통해 제공되는 계절예측 정보를 보완하기에는 충분하지 않은 측면이 있다. 이에 급변하는 기후 특성을 고려하고 계절예측 정보의 한계를 극복하기 위해 APCC는 자체적인 계절내예측 시스템을 구축하여 그 활용 가치를 제고하고자 하였다.

전 세계 다양한 계절내예측 정보를 체계적으로 수집·표준화하였으며, 기후값 및 다양한 예측력 평가를 통해 계절내예측에서의 다중모델앙상블(Multi-Model Ensemble, MME) 활용성을 확인하였다. 또한 다양한 모델 자료와 APCC 자체 모델을 그룹으로 구성하여 예측력을 비교·검증하고, 모델 간 상대적인 예측력 평가 및 MME 기여 정도를 정량적으로 분석하였다. 또한, 변수별 통계적 특성에 최적화된 확률예측 방법론을 선정하기 위해 기온과 강수에 대한 모수화 방법을 검증하였다. 그 결과, 기온과 강수량 모두에서 모수화 방법이 비모수적 방법 대비 정량적 예측 성능에서 우위를 점하였으며, 앙상블 부족으로 인한 공간적 노이즈를 개선할 수 있음을 확인하였다. 이러한 연구 결과들을 기반으로 APCC 계절내예측 시스템에 필요한 모델 구성 및 확률 방법을 정립하고, APCC 자체 모델인 SCoPS(Seamless Coupled Prediction System)를 포함한 총 10개 모델의 예측 자료를 매주 수집하여 계절내예측 정보를 생산할 수 있는 MME 계절내예측 시스템을 구축하였다. MME 예측에는 단정예측을 위한 SCM(Simple Composite Method)과 확률예측을 위한 Hybrid Gamma 기법이 사용되며, 이 시스템을 통해 매주 월요일 예측 시작일 기준의 4주 예측 정보가 생산 및 표출된다. 또한, 계절내예측 정보의 다양화와 활용성을 위해 계절내-계절(월) 정보를 자연스럽게 연결하는 심리스(Seamless) 콘텐츠를 발굴하였다. 월/주간 통합 확률 분포 및 주간 변동 정보를 비롯한 즉시 서비스 가능한 콘텐츠와 월내 극한 발생 확률 등의 정보를 포함하는 기술 개발이 필요한 콘텐츠를 단계적으로 제시하여, 향후 APCC에서 계절내-계절 간 연계 정보 서비스를 제공할 수 있는 기반을 마련하고자 하였다.

한편, APCC 계절내예측 시스템의 참여 모델로 SCoPS를 포함하기 위해서는 SCoPS 계절내예측 자료를 매주 생산해야 한다. 이에 따라 월 단위로 운영되던 기존 체계를 매주 60일 예측 장을 생산하는 실시간 계절내예측 시스템으로 구축하였다. SCoPS의 개발 시점이 오래된 점과 다른 참여 모델과의 성능 비교에서의 한계 등을 고려하였을 때 계절적 오차를 줄이는

# 2025년도 APCC 대표성과

방안이 필요하다고 판단되어, SCoPS 초기장의 오차를 감소시키고 계절내예측의 정확도를 향상하고자 하였다. 계절내예측에 중요한 요소인 지면 관련 초기 오차를 감소시키기 위해 SCoPS를 위한 토양 수분 초기화 기술을 개발하고 그 효과를 정량적으로 평가하였다. 또한, 해양 및 대기 초기 조건을 개선하고, 그 영향이 계절내-계절 규모 예측 성능에 미치는 효과를 분석하였다. 이러한 결과들을 기반으로 새롭게 구축된 APCC 계절내예측 시스템을 활용하여 유용한 정보를 제공하기 위한 시험운동을 시작하였다. 추후 주변 예측 정보 제공을 위한 표출 체계 및 활용성 높은 콘텐츠를 선정하여 정식 서비스를 목표로 하고 있으며, 초기 자료가 개선된 SCoPS 및 월내 극한 확률 등의 새로운 콘텐츠들이 계속해서 적용될 것이다.

계절내예측은 2주에서 8주 사이의 예측 정보를 제공하는 영역으로, 재해 예방, 농업 관리, 수문-에너지 운영 등 다양한 분야에서 활용 가치가 빠르게 증가하고 있다. 그러나 예측 기간의 특성상 초기장 민감도와 외부 강제력 신호가 모두 약해 예측 난이도가 높은 영역이기도 하다. 새롭게 개발된 APCC 계절내예측 시스템은 지속적인 운영 및 성능 개선을 통해 아태 지역 기후 정보 서비스의 핵심적인 역할을 수행할 것이며, 특히 확장된 계절내예측 정보는 예측 정보를 기반으로 하는 재난 방지 및 기후 리스크 관리에 크게 기여할 것으로 기대된다.

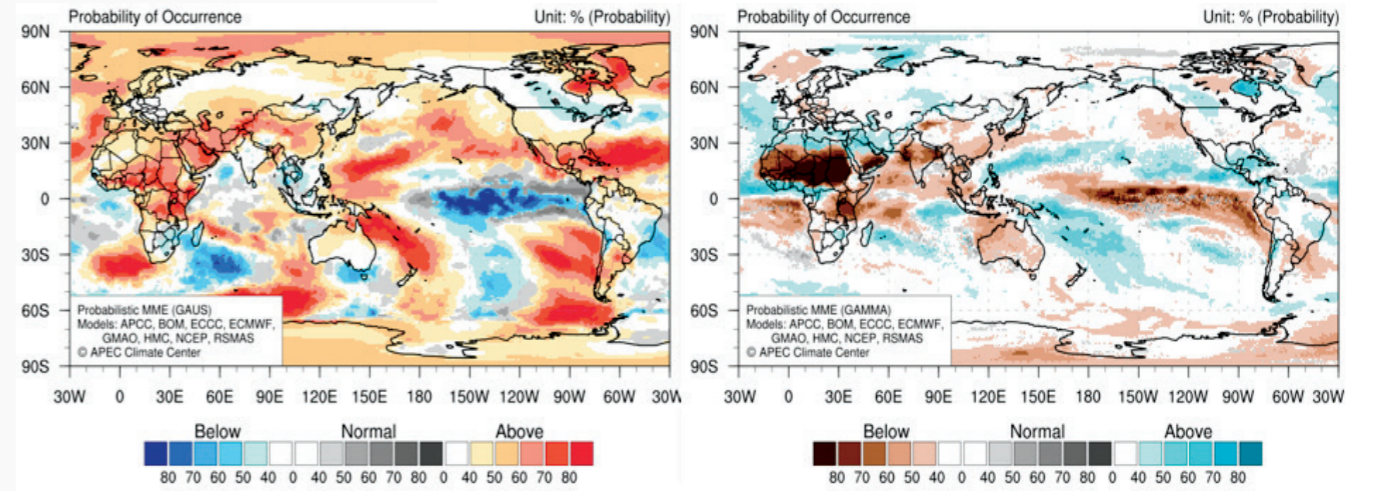


그림 12 계절내예측 시스템에서 생산된 3-4주 기온, 강수 확률 예측 결과

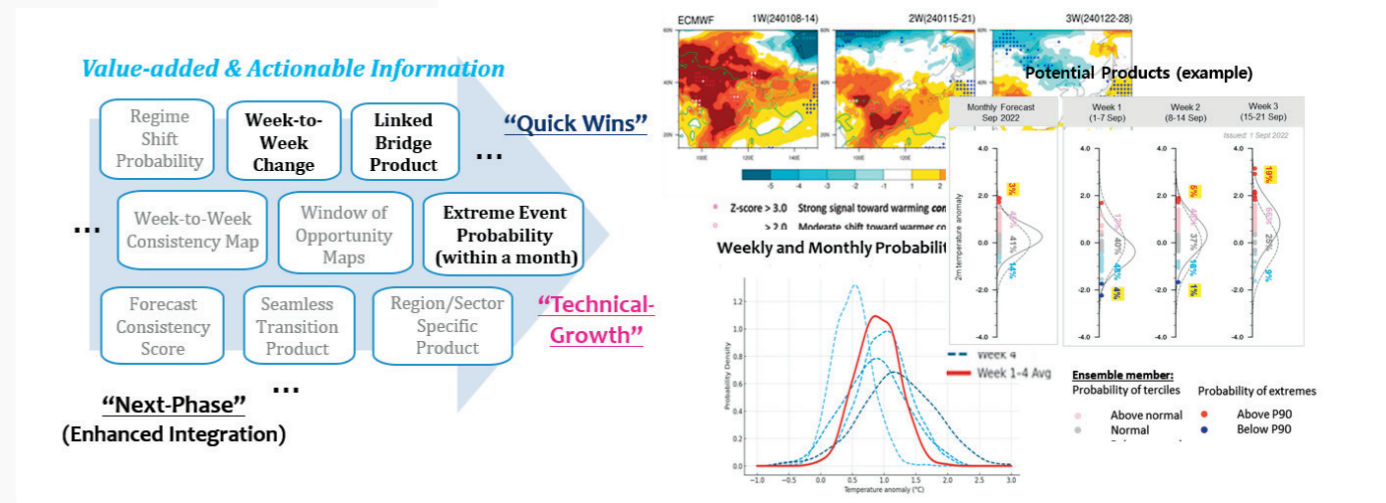


그림 13 계절내와 계절을 연계할 수 있는 예측 콘텐츠의 예시