

2024년 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍



여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

예측운영과 임아영 연구원



CONTENTS

I. Introduction

- 기후 예측 시간 규모
- 주요 계절내 현상에 대한 이해

II. 여름철 계절내 진동 (BSISO)

- 여름철 계절내 진동 및 지수 정의
- BSISO 구조 및 특징

III. BSISO 예측 및 영향 분석

- APCC 계절내 예측시스템 소개
- APCC BSISO 예측 및 검증
- BSISO 영향장

IV. BSISO 활용

- 국/내외 기관 활용 사례
- 1개월 예측 활용 사례

2024년 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍

여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

I. Introduction

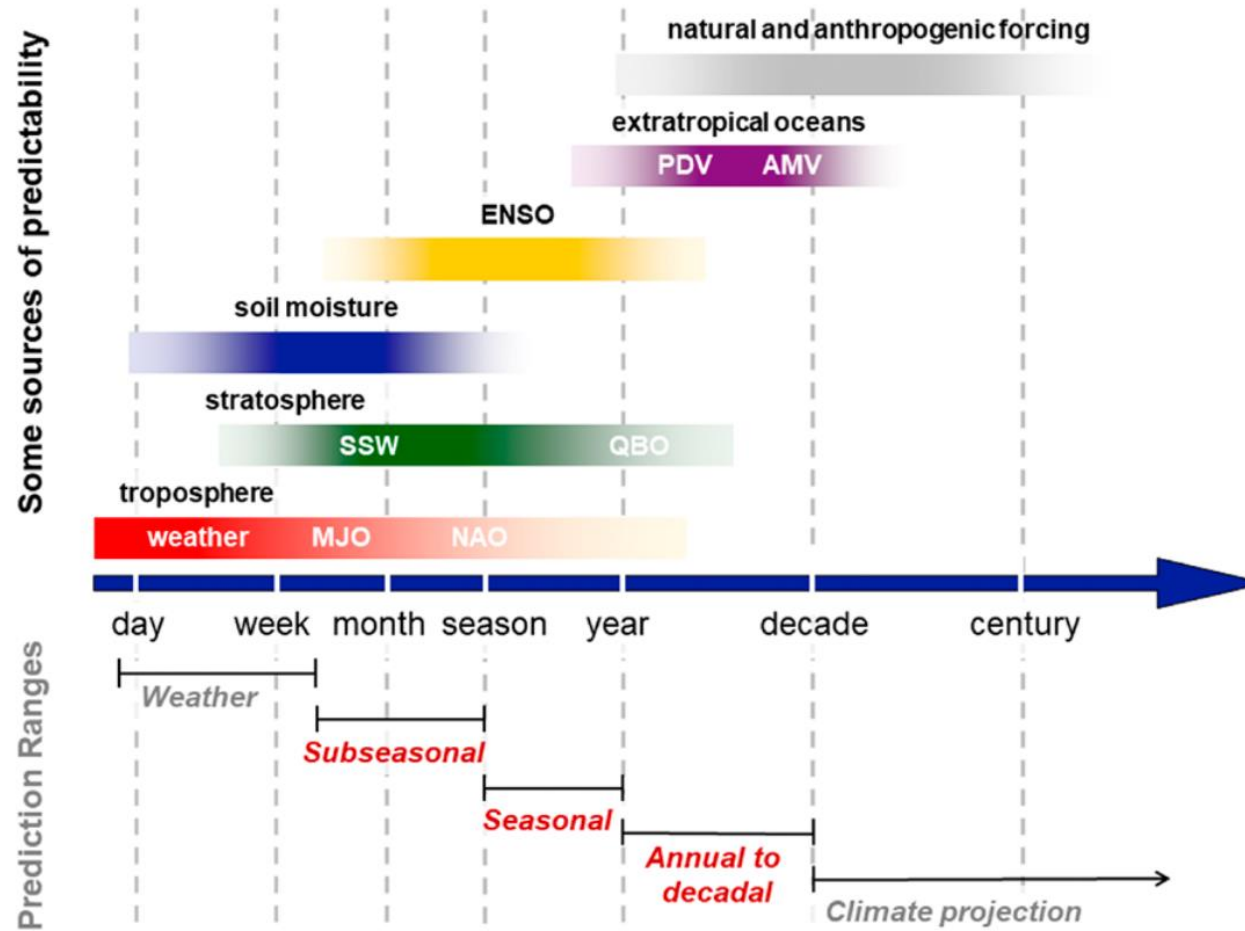
- 기후 예측 시간 규모
- 주요 계절 내 현상에 대한 이해

1 Introduction

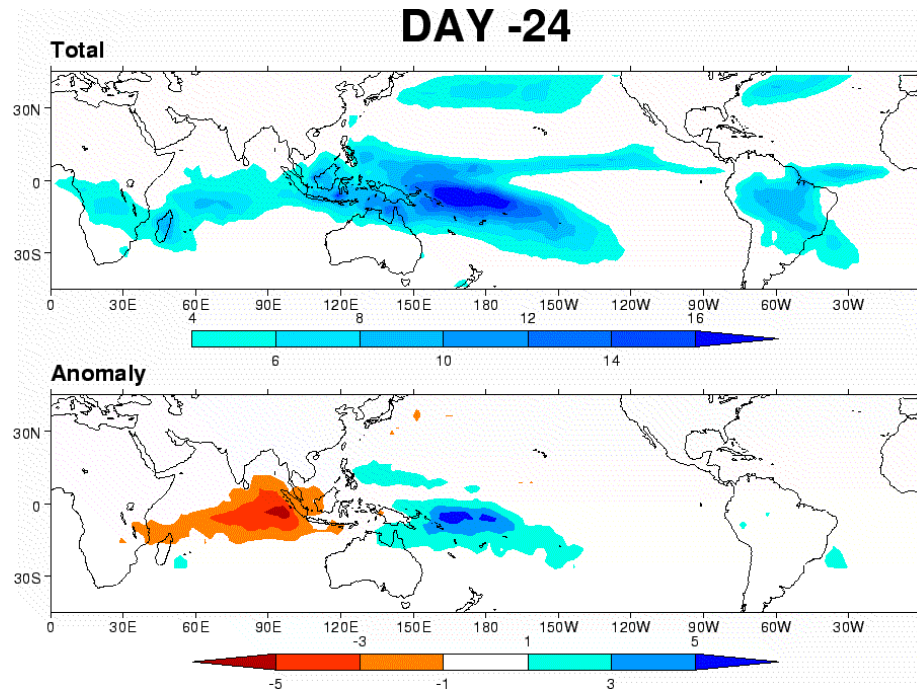
APCC 주요 업무 [기후예측] 고품질 기후예측 생산 및 기술개발



1.1 기후 예측 시간 규모

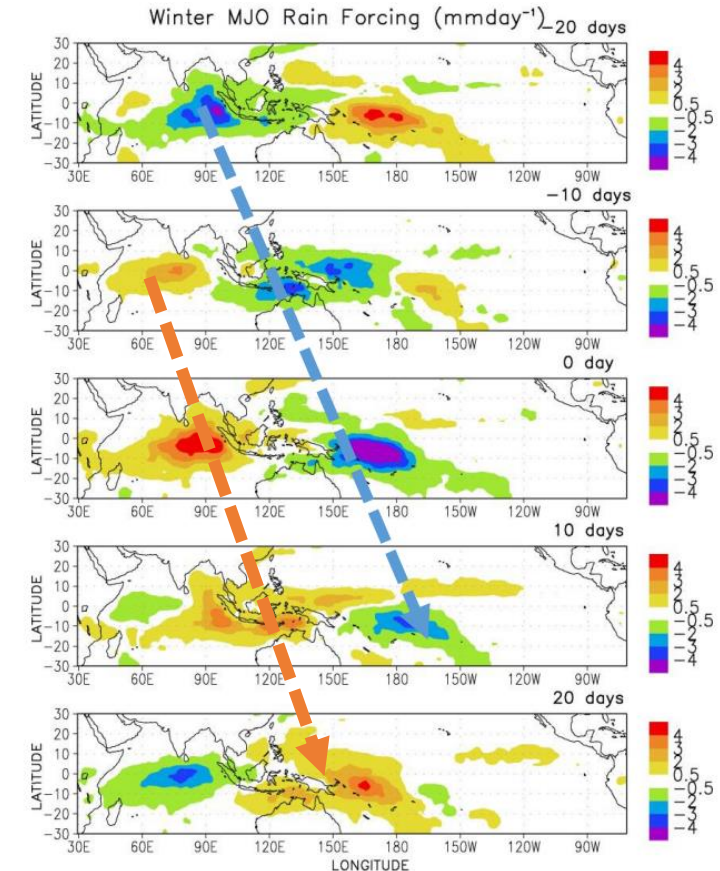


1.2 주요 계절 내 현상 : Madden Julian Oscillation (MJO) (Madden and Julian, 1972)



MJO is eastward moving disturbance of clouds, rainfall, winds, and pressure that traverses the planet in the tropics and returns to its initial starting point in 30 to 60 days, on average.

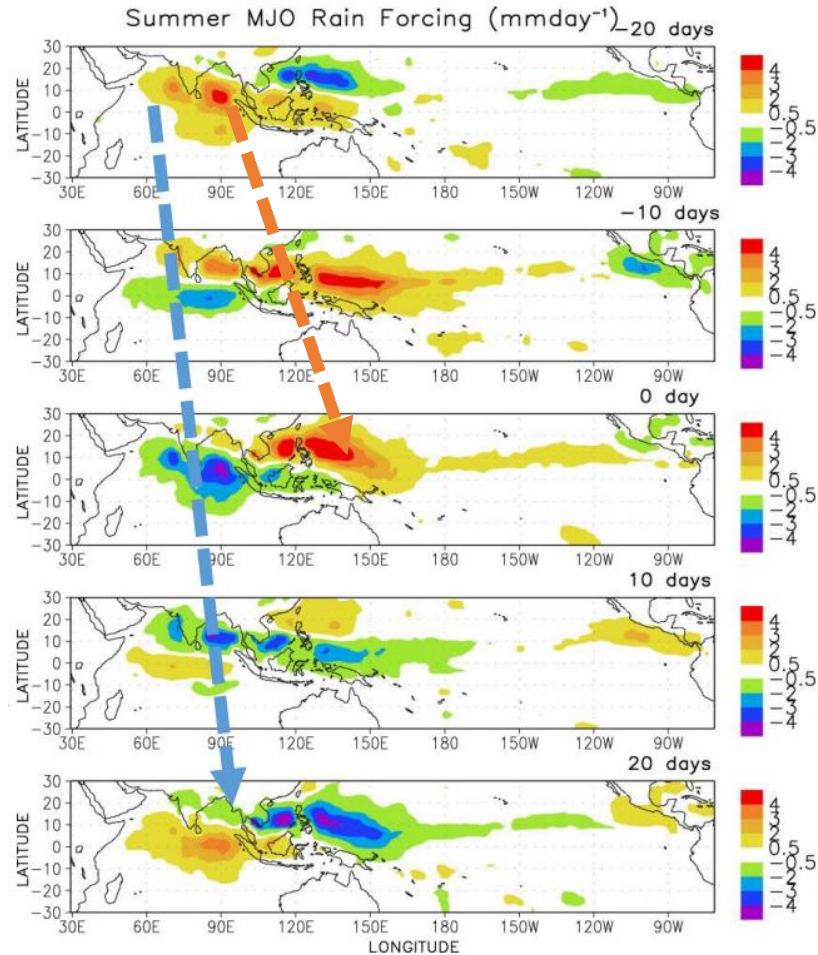
Typical MJO in Boreal winter



- 북반구 겨울철 MJO 모드
- 적도(열대태평양)를 따라 동진하는 것이 특징
- 30~60일간의 시간규모
- Realtime Multivariate MJO (RMM) index

1.2 주요 계절 내 현상 : Madden Julian Oscillation (MJO)

Typical MJO in Boreal Summer



- 북반구 여름철 MJO 모드
- 북진/북동진/북서진하는 것이 특징
- 30~60일 & 약 2주간의 시간규모
- Affecting monsoon onsets, active/break phases of monsoon, monsoon seasonal mean
- Possible source for seasonal climate predictability for precipitation and extratropical atmospheric circulation

1.2 주요 계절 내 현상 : 계절별 MJO 변동

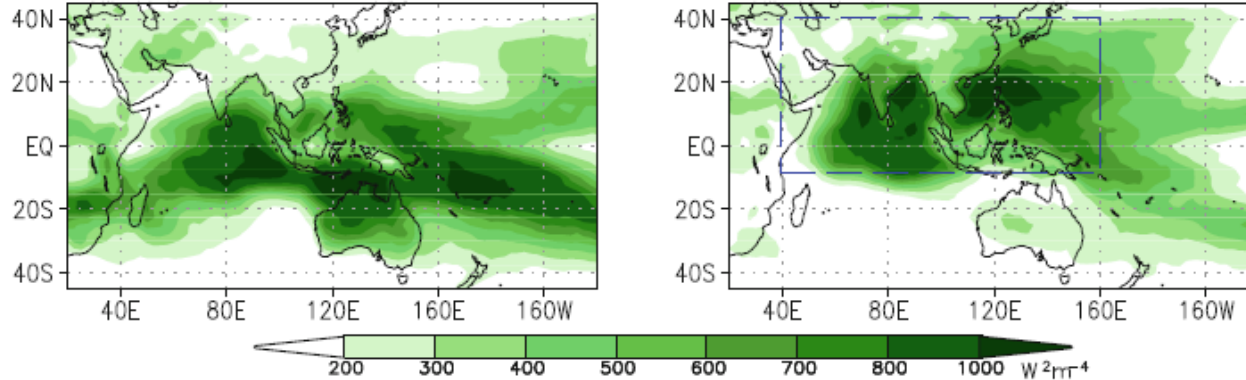
Boreal Winter

NDJFMA

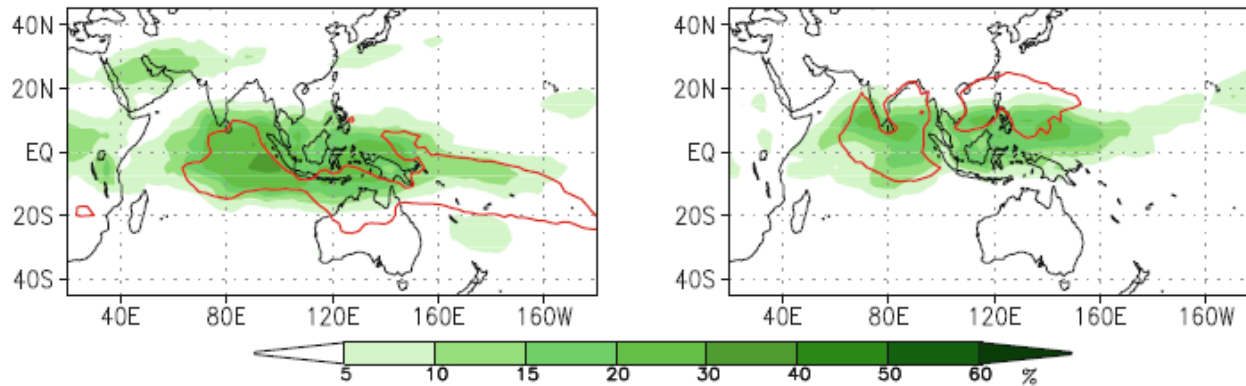
Boreal Summer

MJJASO

(a) Variance of 5-day mean OLR anomaly after removing IAV



(b) Fractional variance explained by the two-component RMM index



Red solid line : OLR variability center with variance larger than $800 \text{ W}^2\text{m}^{-4}$

- RMM 지수(MJO)는 겨울철 intraseasonal OLR 변동성을 잘 모의하는 반면, 여름철 변동은 주로 $5\sim 18^\circ\text{N}$ 에서 확인되고 북쪽 아시아 여름 몬순 지역(ASM)까지는 도달하지 않음
- 북반구 겨울철 MJO는 주로 동진하지만 여름철은 동쪽 뿐만 아니라 북쪽으로의 움직임이 현저하고 그 특징이 복잡함
- 기존의 MJO 지수가 북진하는 특징(ASM의 fractional variance)을 모사하지 못하는 한계를 극복하기 위해 Lee et al. (2013)에 의해 새로운 지수가 제안됨



BSISO
(Boreal Summer IntraSeasonal Oscillation)

2024년 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍

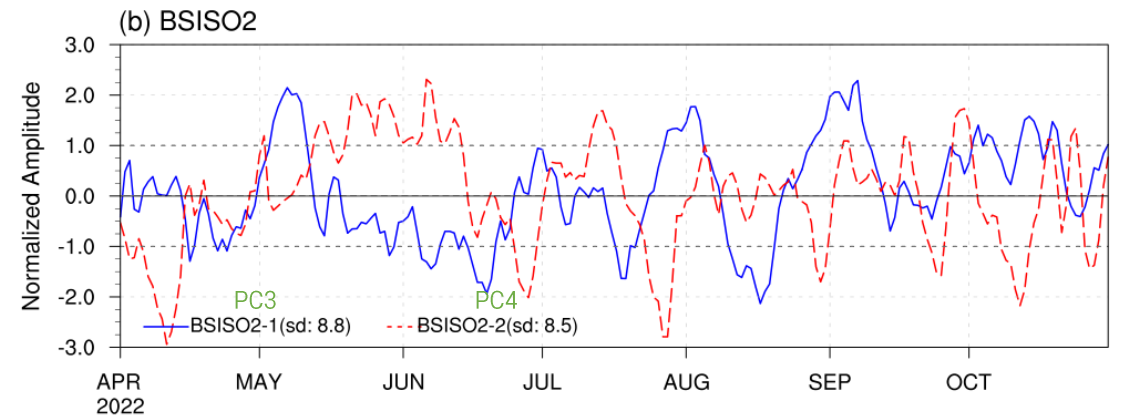
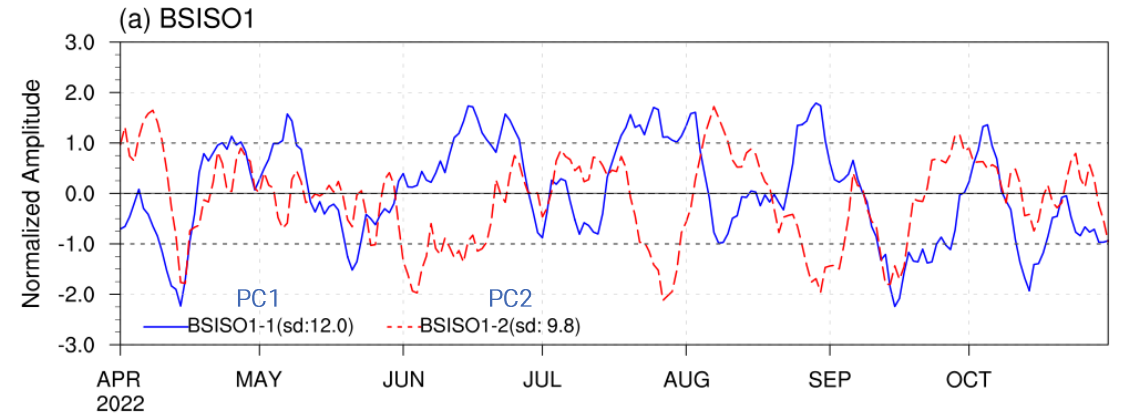
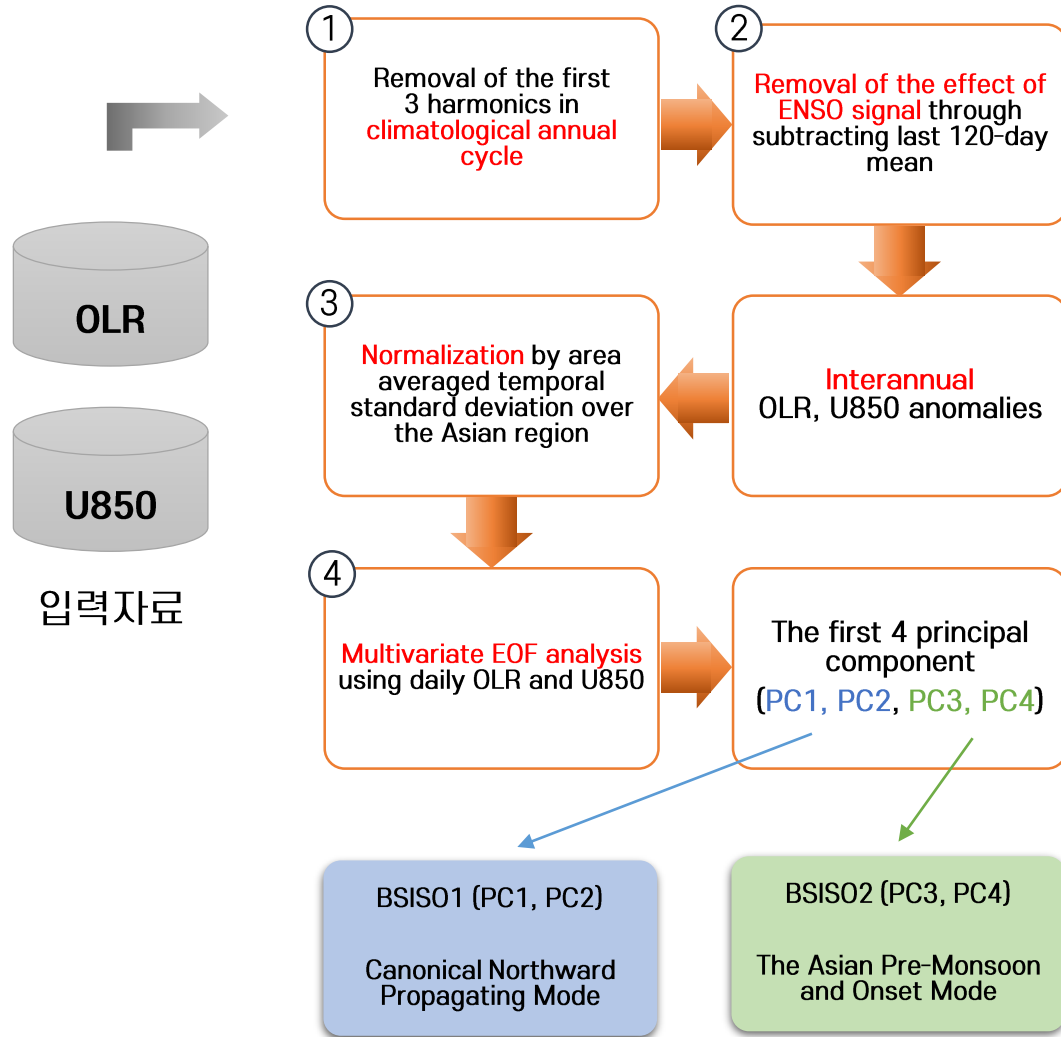
여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

II. 여름철 계절내 진동

- 여름철 계절내 진동 및 지수 정의
- BSISO 구조 및 특징

2.1 여름철 계절내 진동 (BSISO) 및 지수

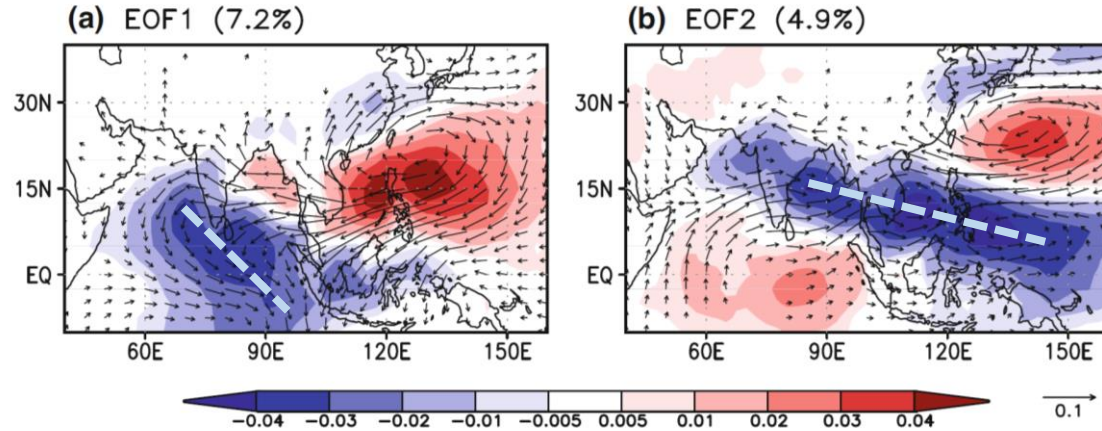
: 아시아 여름 몬순 (10°S-40°N, 40-160°E) 지역에서 5~10월 OLR 및 U850 자료의 다변량 경험적직교함수(MV-EOF) 처음 네 개의 주성분 모드를 이용하여 정의



(sd: standard deviation for the 30 years 1991-2020)

2.2 BSISO 구조 및 특징 : BSIS01

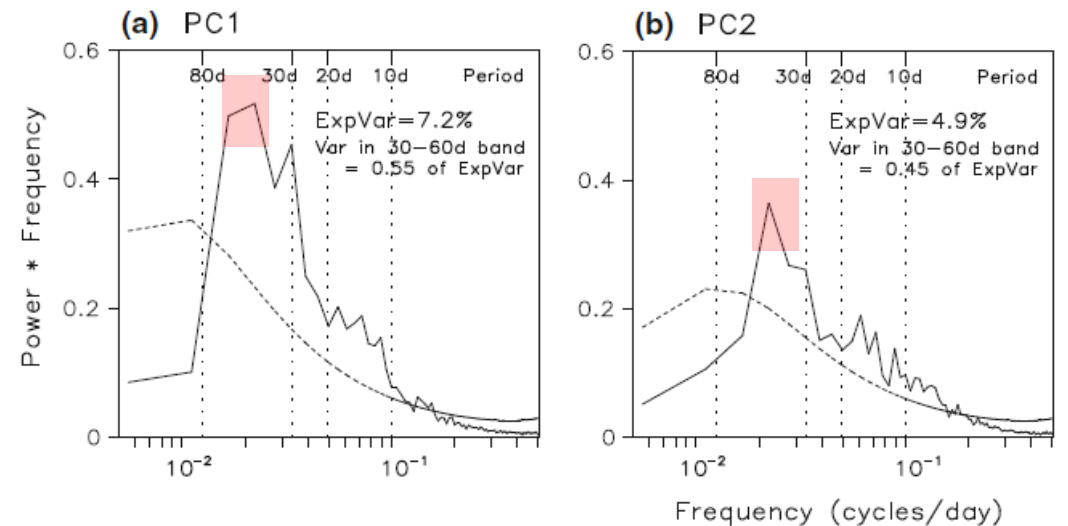
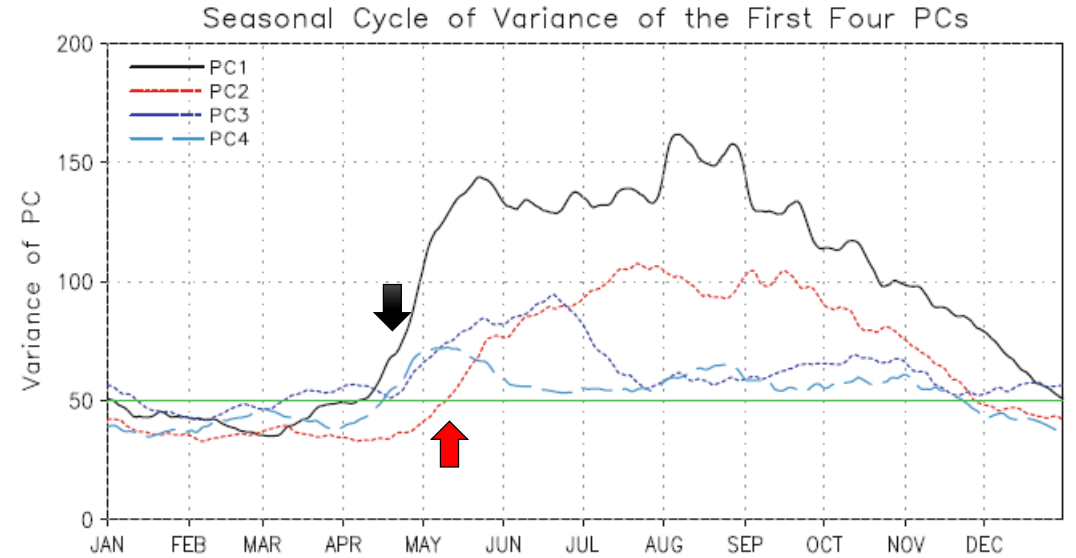
The Canonical Northward Propagating BSISO Component



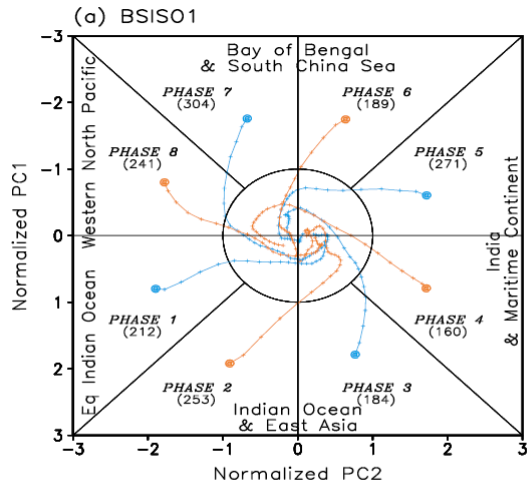
- 북서-남동으로 기울어진 채로 위상이 수평구조 (Rossby wave like pattern)
- EOF1: 인도 몬순 지역과 북서태평양 몬순 지역에서 대류 활동이 반대 위상 (동서방향)
- EOF2: 사중극자 (Quadrupole) pattern

Seasonal cycle of variance

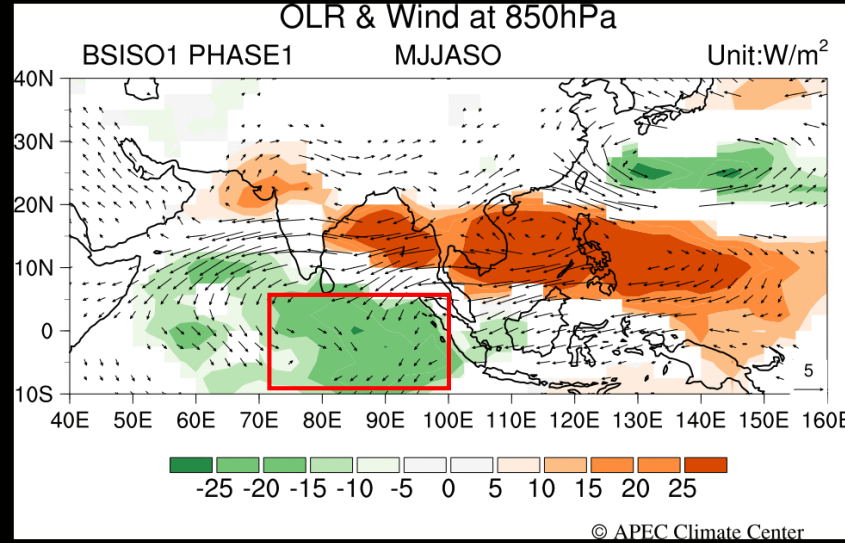
- abrupt increase of variance around late April and early May
- PC1 and PC2 have a similar seasonal cycle
- PC2는 PC1에 비해 약 0.5month 뒤이어 진행
- 5~10월 동안 30~60일 주기의 intraseasonal 변동성 (MJO 동진 주기와 일치)



2.2 BSISO 구조 및

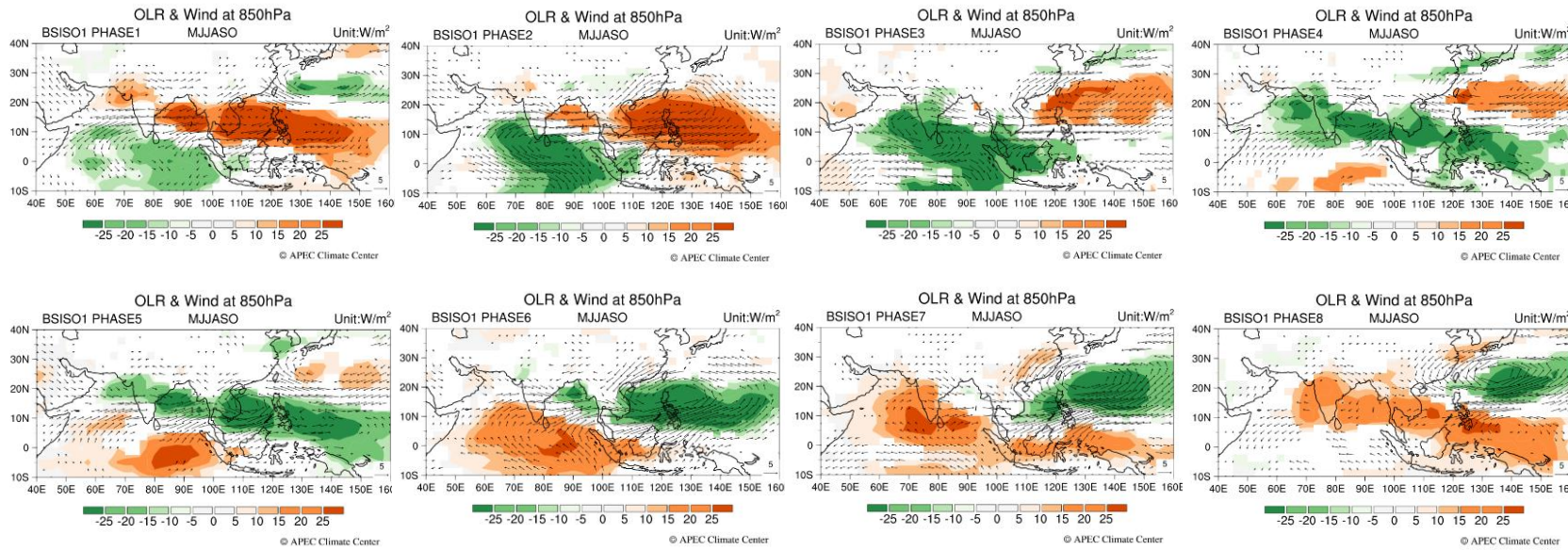


- ✓ BSISO 위상: 대류 패턴 및 구조
- ✓ BSISO 강도: 중심으로부터 거리



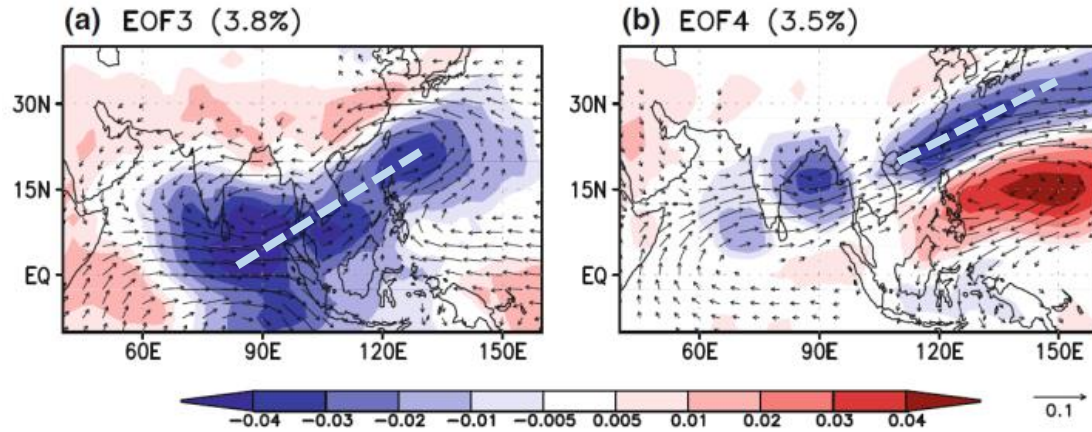
[BSISO1 이동 경로]

- 위상전이: 약 5.5일 소요
 - Equatorial Indian Ocean에서 convection 발생 시작
- ① Equatorial Indian Ocean (P1)
 - propagates northeastward(↗)
 - reaching the Indian Subcontinent (P2-3)
 - The Bay of Bengal (P4-5)
 - ② Equatorial Indian Ocean (P1)
 - propagates eastward(→)
 - reaching the Maritime continent (P3-4)
 - northward(↑) propagation
 - South China sea (P7)
 - Western North Pacific (P8)



2.2 BSISO 구조 및 특징 : BSISO2 (Monsoon onset)

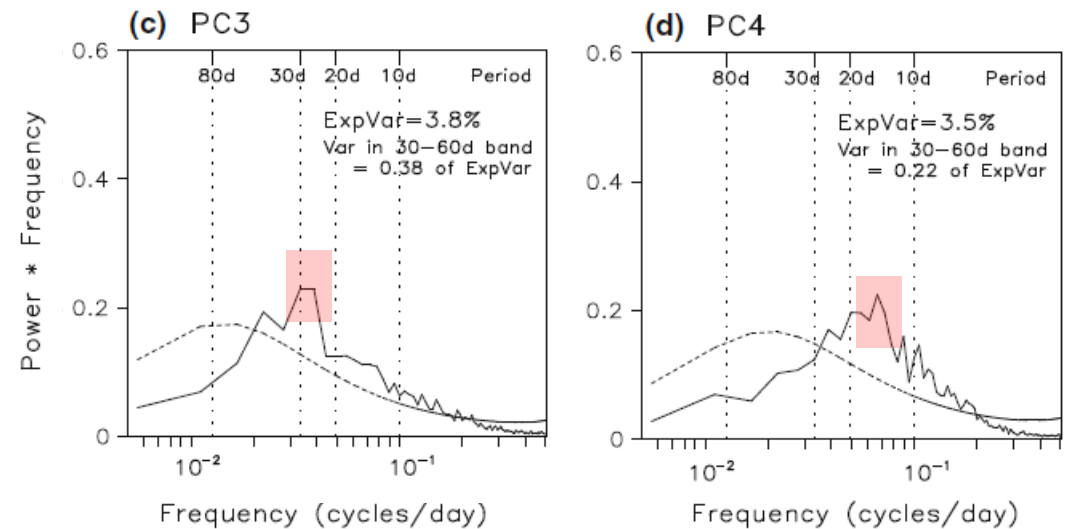
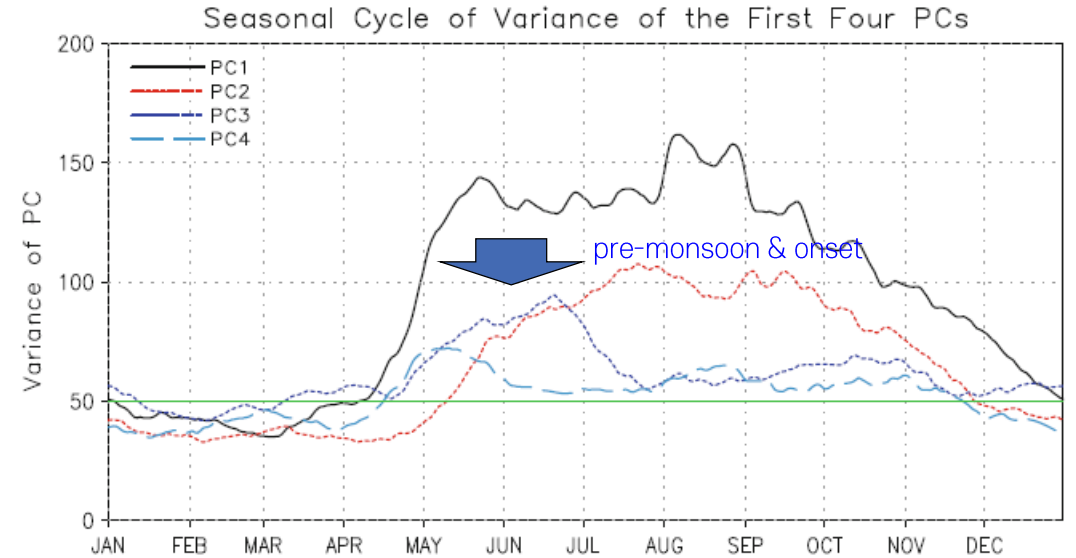
The ASM Pre-monsoon and Onset Component



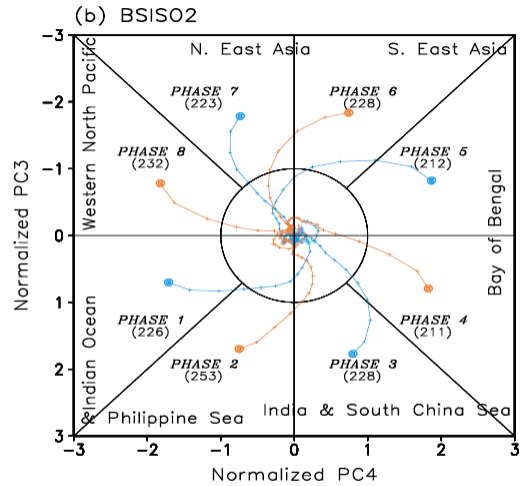
- 남서-북동 기울어진 전선형 구조 (Synoptic-scale wave train in the WNP)
- EOF3: 인도 몬순 지역과 북서태평양 몬순 지역에서 대류 활동이 같은 위상 (동서방향)
- EOF4: Climatological ISO (pre-monsoon 패턴)

Seasonal cycle of variance

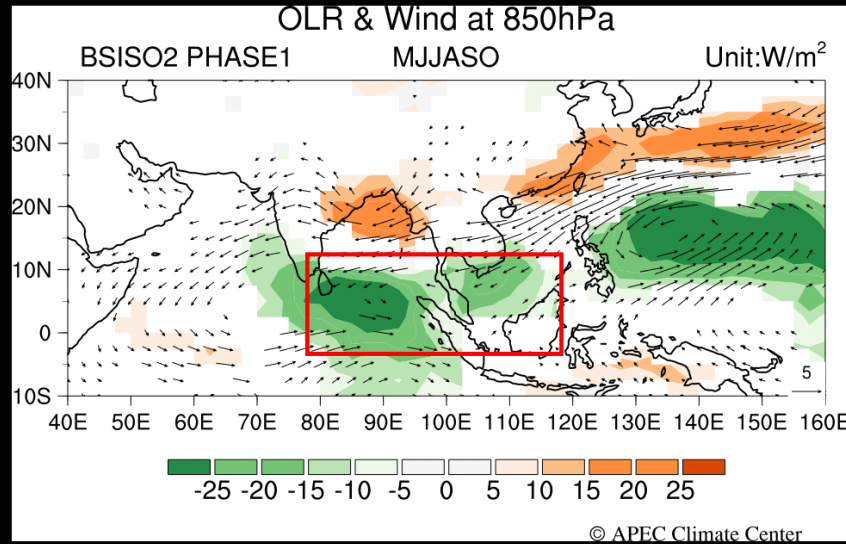
- Maximum variance from late May to early July
- pre-monsoon과 monsoon onset 시기와 일치
- 10-30일 주기의 intraseasonal 변동성 (MJO 동진과 상관성 낮음)



2.2 BSISO 구조 및

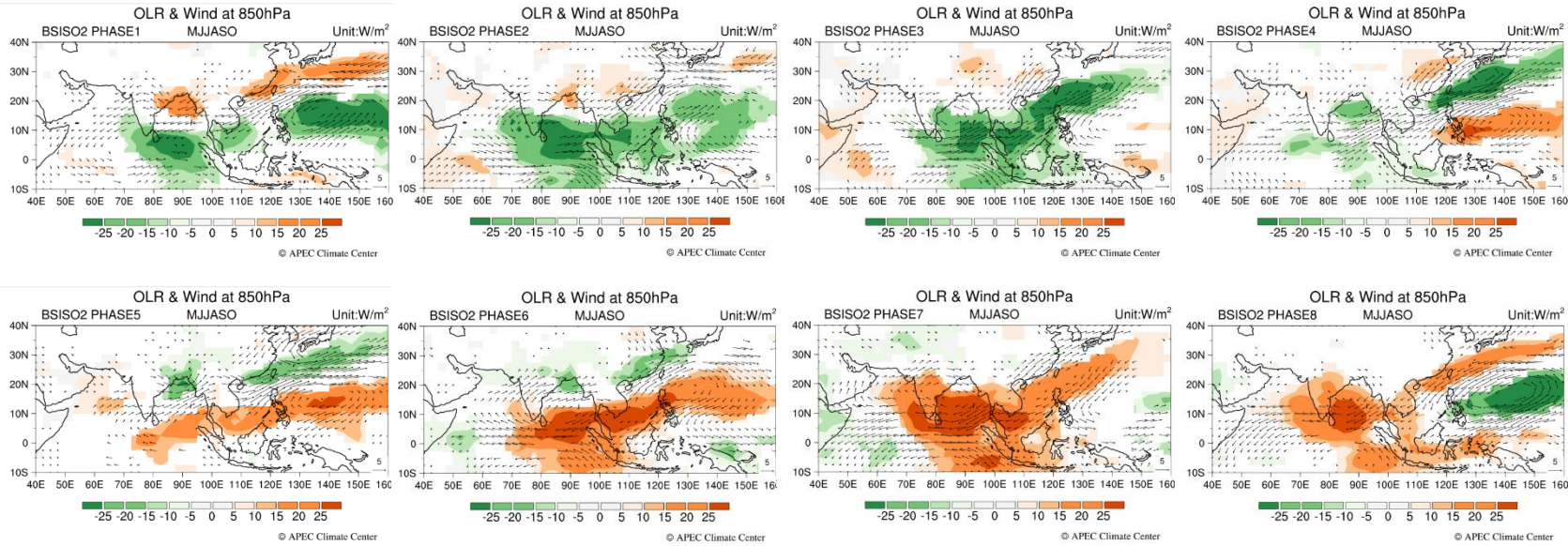


- ✓ BSISO 위상: 대류 패턴 및 구조
- ✓ BSISO 강도: 중심으로부터 거리



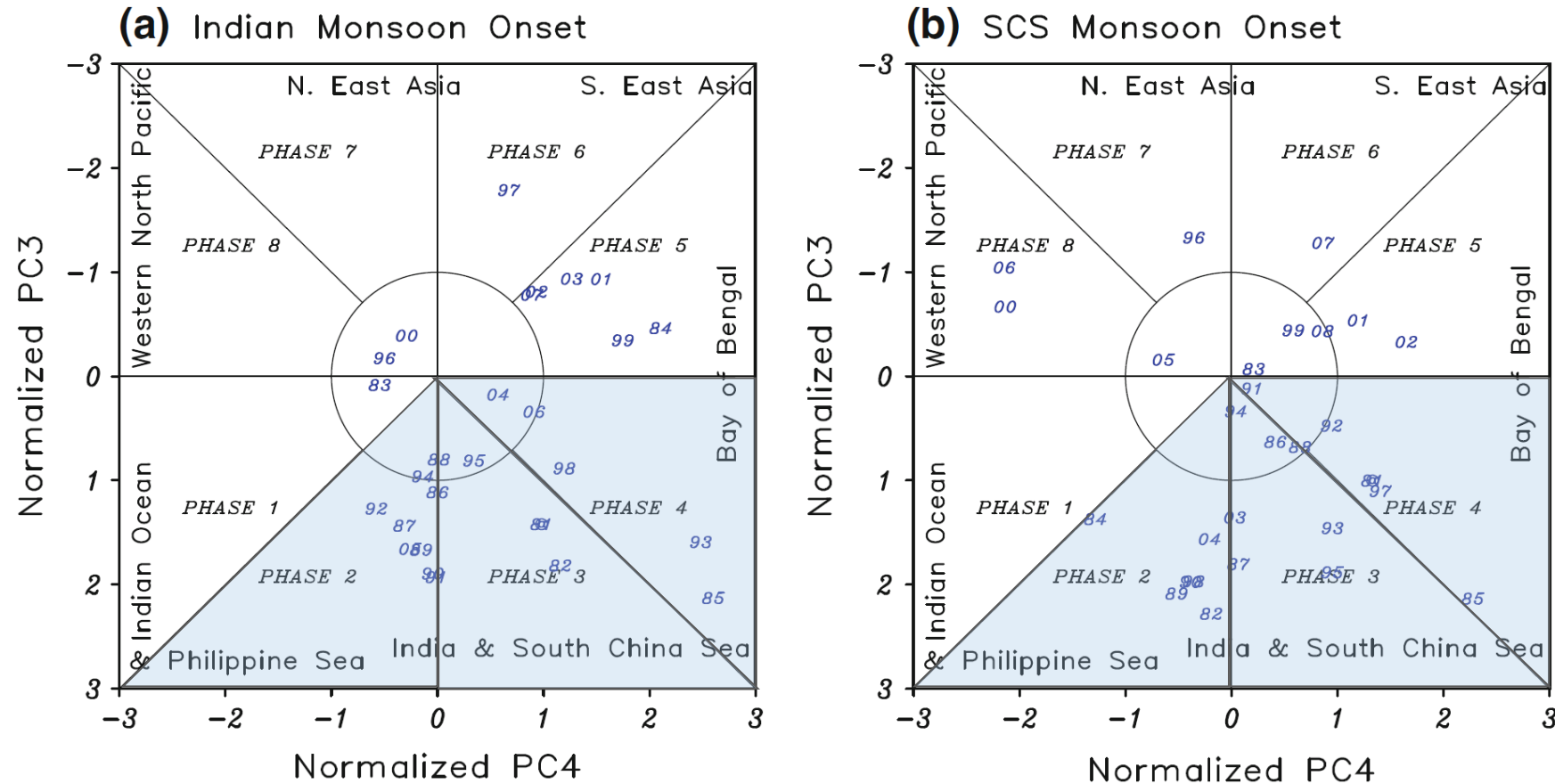
[BSISO2 이동 경로]

- 위상 전이: 약 3.2일 소요 (BSISO1에 비해 짧음)
- Equatorial western Pacific에서 시작
- ① Equatorial Indian Ocean and Philippine Sea
→ northwestward(↙) over the Indian longitude as well as the WNP-EA region
- stepwise monsoon onset over the ASM region



2.2 BSISO 구조 및 특징 : BSISO2 Monsoon Onset

→ 인도 몬순(남중국해) 시작의 약 68%(70%)가 BSISO2의 phase2~phase4에서 나타남 (1981-2010년)



BSISO를 통해 대규모 강수대의 이동 방향 추정 가능

→ 아시아 지역의 건기/우기를 미리 판단할 수 있음 (아시아 몬순 지역에서 일어나는 대부분의 자연재해는 가뭄이나 홍수)

→ BSISO는 이러한 극한 기후현상을 예측할 수 있는 중요한 인자

2024년 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍

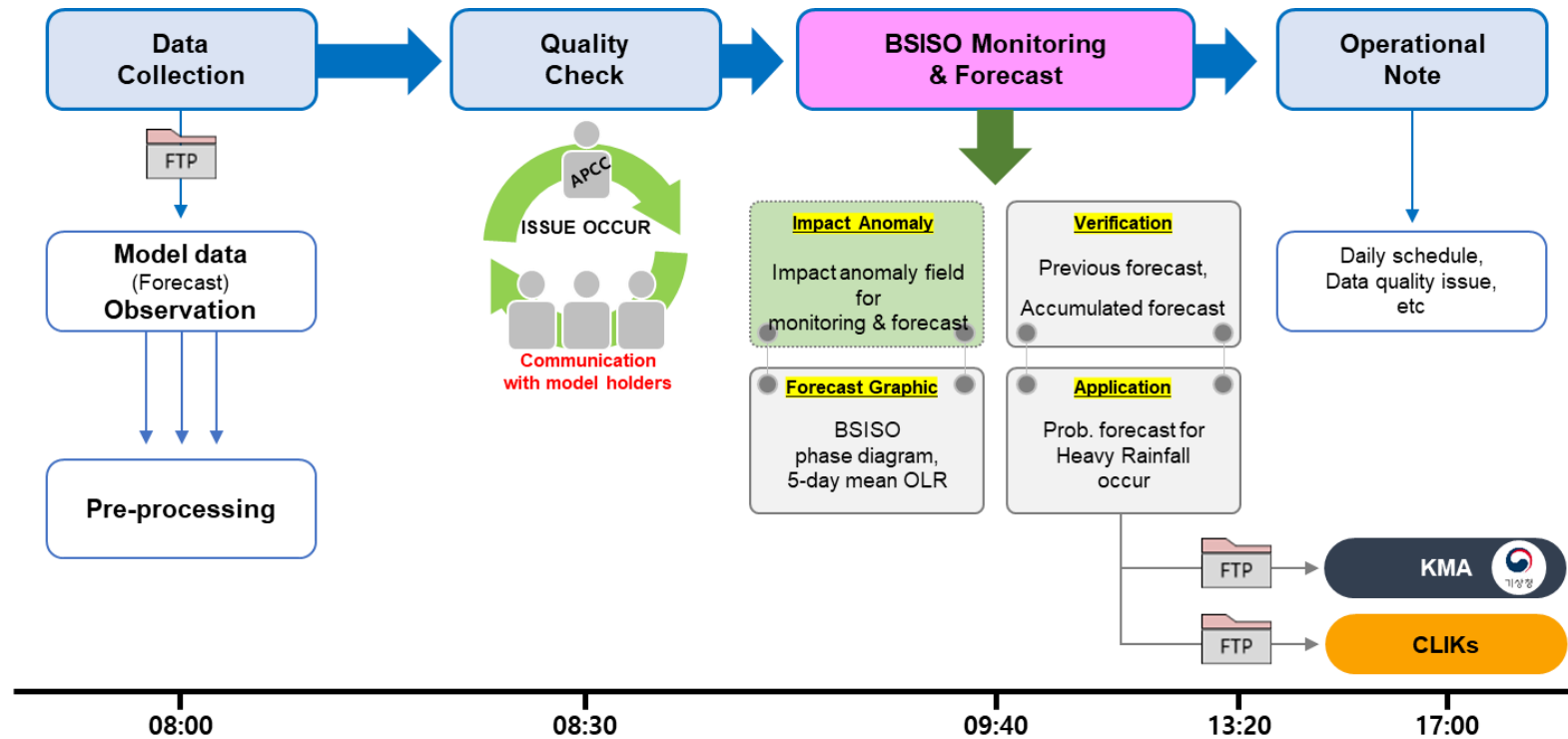
여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

III. BSISO 예측 및 영향장

- APCC 계절내예측시스템 소개
- APCC BSISO 예측 및 검증
- APCC BSISO 영향장

3.1 APCC 계절내예측시스템 소개

❖ APCC BSISO 현업 스케줄 (매년 5~10월, 매일 생산, 홈페이지를 통해 제공)



3.1 APCC 계절내예측시스템 소개

기후예측 정보

- + 동아시아 계절예측
- + 전지구 계절예측
- **여름철 계절내진동 예측**
 - 정의
 - 감시정보
 - 예측-검증 정보
 - 모델 정보
- + 기후현황
- + 기후정보서비스
- + 기후정보 활용 현황

» 기후예측 정보 > 여름철 계절내진동 예측 > 감시정보

감시정보

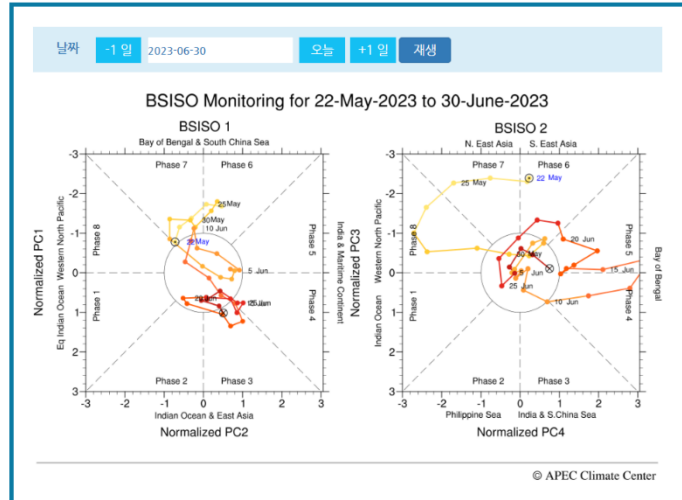
BSISO 감시정보는 5월부터 10월까지 매일 제공됩니다.

BSISO 지수 시계열 자료 다운로드

- BSISO 위상도
- 시계열
- 재구성장
- BSISO 영향 편차장
- 편차장

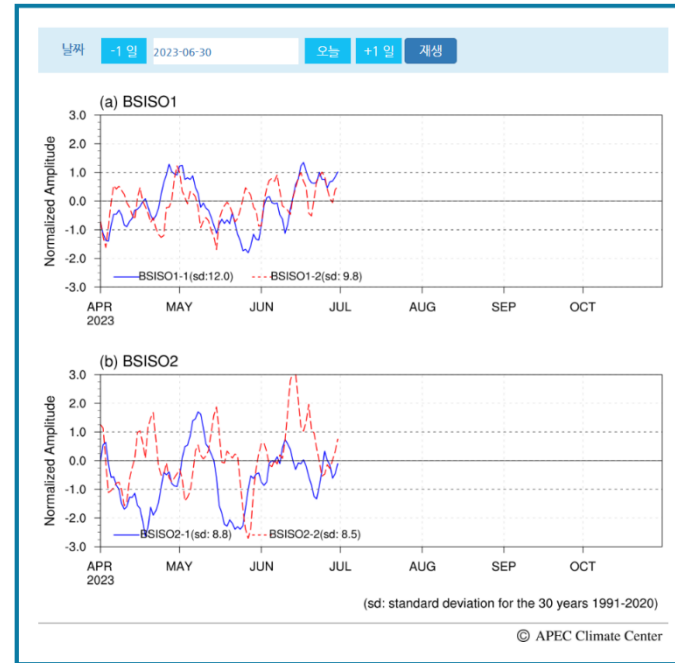
BSISO 위상도

BSISO 1과 2 각 모드의 위치와 강도를 지수로 나타냄으로써 최근 40일 동안 BSISO의 진행과 발달을 연속적으로 보여줍니다. 8개로 구분된 위상은 BSISO의 위치를 나타내고, 지수가 위상도 중앙의 원 안에 위치하면 약한 BSISO, 원 밖에 위치하면 강한 BSISO로 간주합니다.



시계열

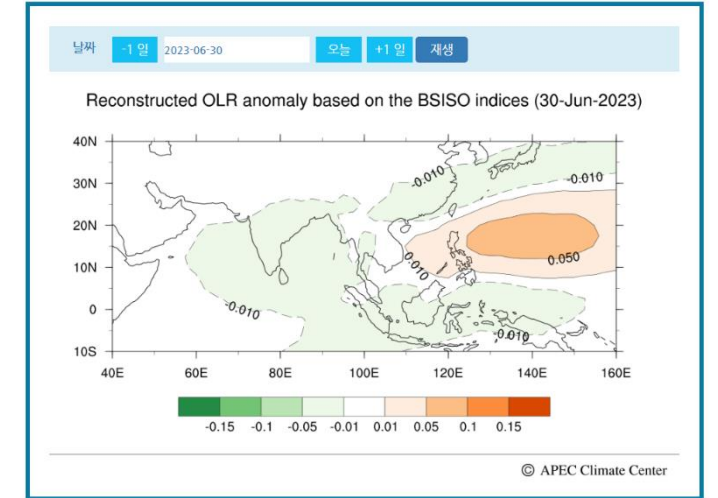
한 해 동안 시간의 흐름에 따라 연속적으로 관측된 BSISO 주요 모드의 변동을 도식화 한 것입니다.



재구성장(모드1-4)

현황으로

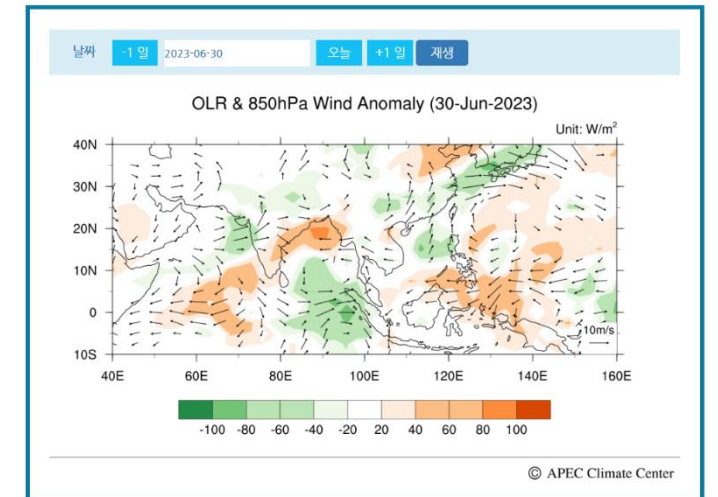
BSISO를 정의한 EOF 첫 번째 모드에서 네번째 모드에 기반하여 재구성된 실시간 관측의 OLR 편차장으로 현재 BSISO의 활동을 볼 수 있습니다.



편차장

현황으로

현재의 OLR과 바람강이 평년 상태로부터 벗어난 정도를 보여주는 것입니다.



감시/예측/검증 :

BSISO 위상도, BSISO 시계열, EOF 재구성장, OLR&U850 편차장, 영향 편차장, 검증시계열

<https://www.apcc21.org/ser/moni.do?lang=ko>

3.2 APCC BSISO 예측 및 검증 : 예측

The BSISO forecast activity has been initiated in 2013 with the goal of improving our ability to understand and forecast the BSISO based on numerical models in cooperation with the CAS/WCRP Working Group on Numerical Experimentation (WGNE) MJO Task Force.

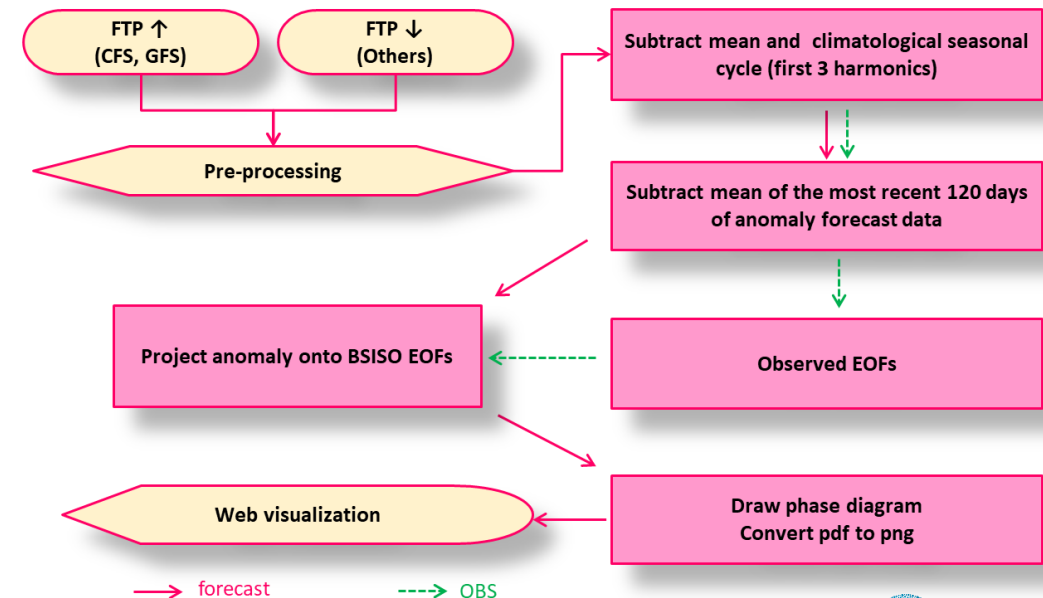


- 4개국 5개 기관의 계절내 모델 예측 자료 수집
- 120일의 재분석자료와 예측자료를 이용한 최대 4주 BSISO 예측정보 생산
- APEC 기후센터 홈페이지를 통해 실시간 제공 (2013~현재)

Participating Institutes

Institute	Model	Ensemble Size	Forecast Period	Update frequency	Resolution
NCEP	Climate Forecast System	4	40 days	Once a day	T126 L64
	Global Forecast System	1	16 days	Once a day	T574, T190 L64
Australia	Australian Community Climate and Earth-System Simulator Seasonal 2	33	30 days	Once a day	N216 L85
ECMWF	ECMWF Ensemble Prediction System	101	40 days	Once a day	36km L137
CWA	Taiwan CWB 1-tier Global Atmosphere-Ocean Coupled Forecast System	3	40 days	Every 5 days	T119 L40

Real-time prediction procedures



3.2 APCC BSISO 예측 및 검증 : 예측

기후예측 정보

- + 동아시아 계절예측
- + 전지구 계절예측
- 여름철 계절내진동 예측
 - ▶ 정의
 - ▶ 감시정보
 - ▶ 예측-검증 정보
 - ▶ 모델 정보
- + 기후현황
- + 기후정보서비스
- + 기후정보 활용 현황

홈 > 기후예측 정보 > 여름철 계절내진동 예측 > 예측 / 검증
예측 / 검증

BSISO 예측정보는 5월부터 10월까지 매일 제공됩니다.

과거 BSISO 예측 지수 다운로드 (2015년 -)

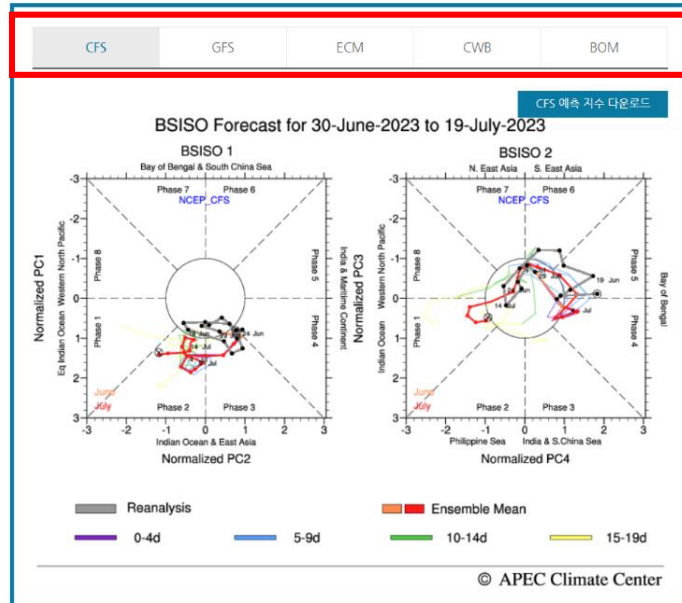
- APCC는 2013년부터 세계기상기구 수치실험실무단(CAS/WCRP Working Group on Numerical experimentation (WGNE)) 메이든-올리안 진동 (Madden Julian Oscillation (MJO)) Task Force의 협조를 받아 수치모델에 기반한 BSISO 예측정보를 제공하고 있습니다.
- BSISO 예측에 참여하는 모델에 대한 정보는 아래와 같습니다.
 - BOM: Australian Bureau of Meteorology - Australian Community Climate and Earth-System Simulator Seasonal 2
 - CFS: National Centers for Environmental Prediction - Climate Forecast System
 - GFS: National Centers for Environmental Prediction - Global Forecast System
 - ECM: European Center for Medium Range Weather Forecasts - Ensemble Prediction System
 - CWB: Taiwan's Central Weather Bureau - Global Ensemble Prediction System

BSISO 위상도	OLR 편차장	BSISO 영향 편차장	극한강수 발생확률	검증
-----------	---------	--------------	-----------	----

BSISO 위상도

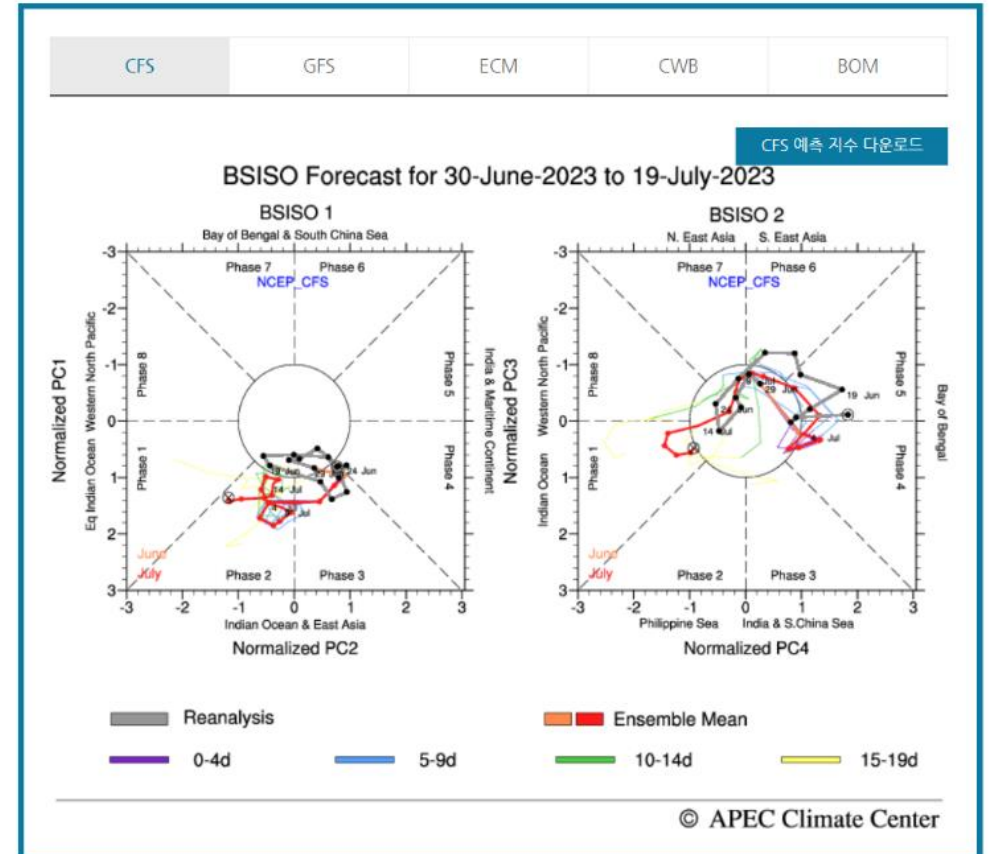
랜위로

BSISO 1과 2 각 모드의 위치와 강도를 지수로 나타냄으로써 최근 15일 동안 관측된 BSISO와 향후 20일간 예측된 BSISO의 진행과 발달을 연속적으로 보여줍니다. 8개로 구분된 위상은 BSISO의 위치를 나타내고, 지수가 위상도 중앙의 원 안에 위치하면 약한 BSISO, 원 밖에 위치하면 강한 BSISO로 간주합니다.

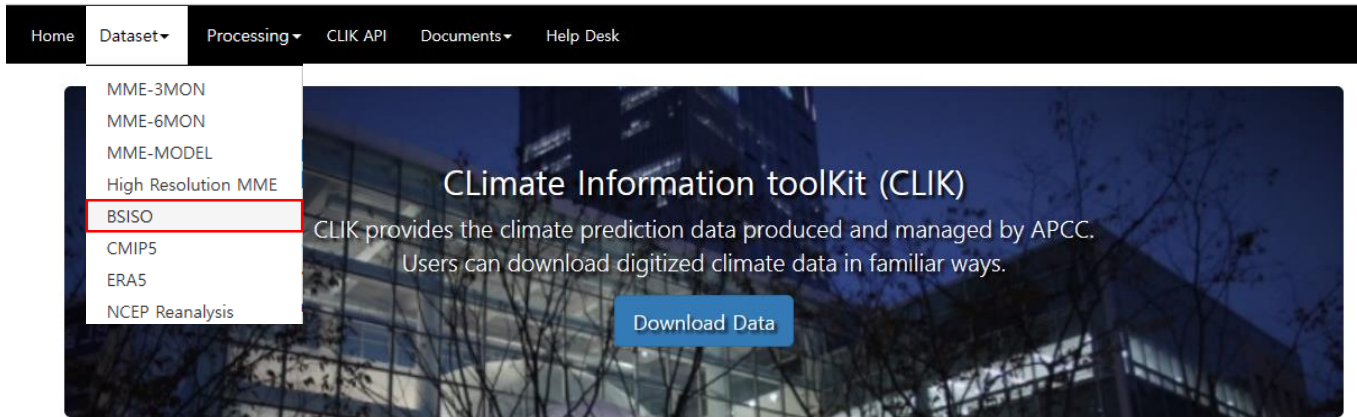


BSISO 위상도

최근 15일 동안 관측된 BSISO와
향후 20일간 예측된 BSISO의 진행과 발달을 연속적으로 보여줌



3.2 APCC BSISO 예측 및 검증 : 예측



- APCC CLIK을 통해서 BSISO 지수 실시간 제공
 - 감시자료: 1981년부터 현재까지 제공
 - 예측자료: 과거 모델부터 현재 모델까지 실시간 제공

Type

FORECAST MONITORING

Institute

BOM CWB ECMWF NCEP

Model

POAMA ACCESS-S1 ACCESS-S2

Date

Year: Month: 05 06

Notice

CLIK provides digitized APCC Multi-Model Ensemble Prediction, Individual Model, and Clipped CIMP5 Data.

[Learn More](#)

Open API

The CLIK Open Application Program Interface (API) is a programmable interfacing service that supports accessing CLIK climate data in user programs.

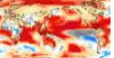
[Learn More](#)

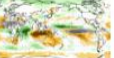
Comment & Feedback


Please give us new suggestions and comments about CLIK.

[Feedback](#)

Latest Dataset

 2023 JASOND APCC MME Prediction Dataset(Temperature) New
Probabilistic MME forecasts of 2m temperature for July 2023 - December 2023. Normal conditions are computed with respect to the common base period of participating models in the APCC MME prediction (1991-2010)

 2023 JASOND APCC MME Prediction Dataset(Precipitation) New
Probabilistic MME forecasts of precipitation for July 2023 - December 2023. Normal conditions are computed with respect to the common base period of participating models in the APCC MME prediction (1991-2010)

 2023 July Individual Model Prediction(KMA GLOSEA6GC3.2) New
Probabilistic Individual Model Prediction of KMA GLOSEA6GC3.2.

[Download historical data](#)

<input type="checkbox"/> ALL	Initial date	File (Ascii)
<input type="checkbox"/>	20230601	20230601_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230602	20230602_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230603	20230603_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230603	20230603_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230604	20230604_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230605	20230605_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230606	20230606_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230607	20230607_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY
<input type="checkbox"/>	20230608	20230608_BOMC_BSISO.20d.INDEX.LY

<https://cliks.apcc21.org>

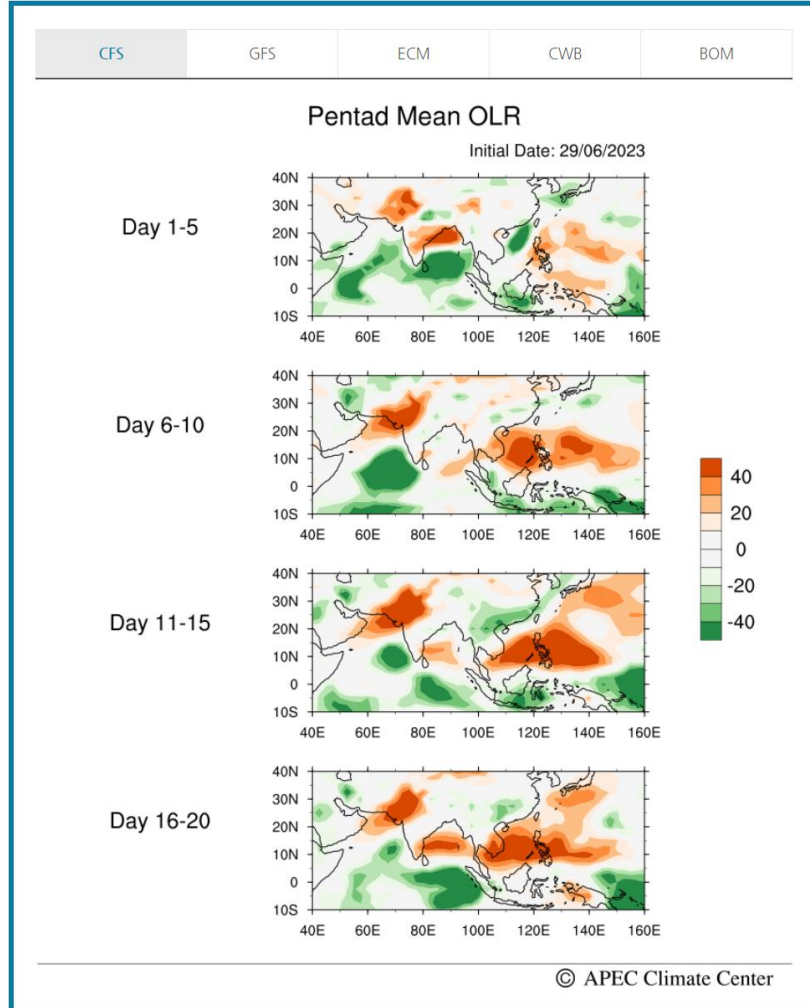
3.2 APCC BSISO 예측 및 검증 : 예측

OLR 예측 편차장

• OLR 편차장

맨위로

OLR이 평년 상태로부터 벗어난 정도를 보여주는 것으로 향후 20일 간의 변화를 5일 씩 평균하여 나타냅니다.

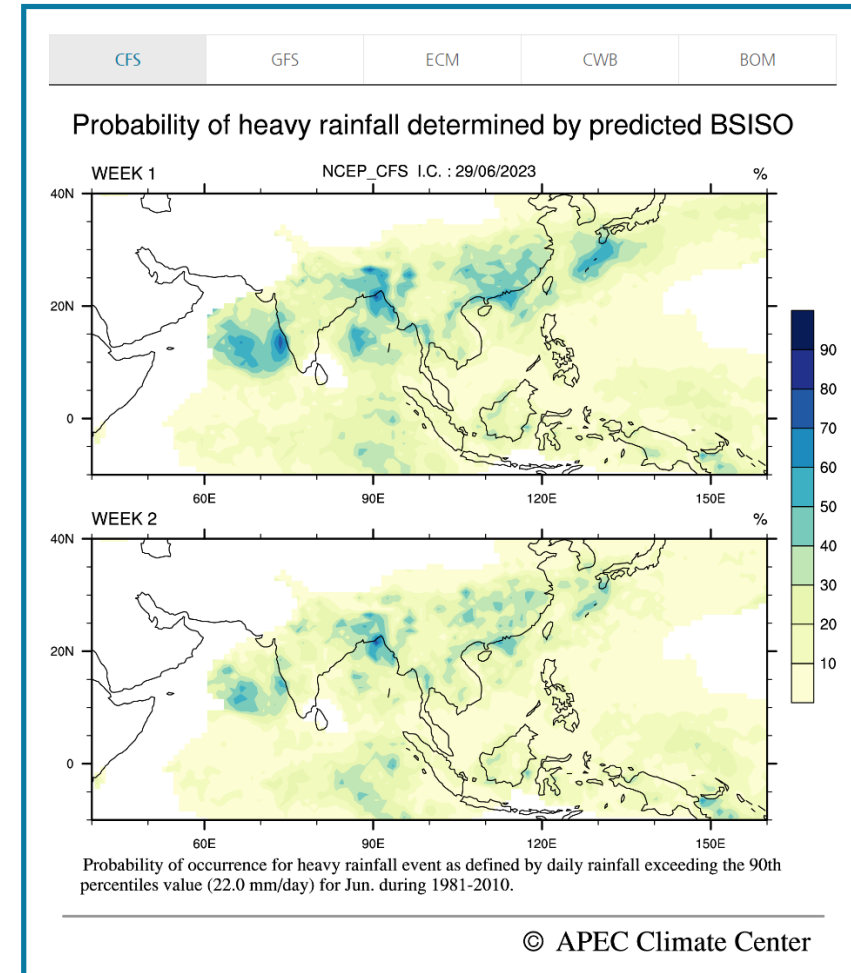


극한 강수 발생 확률

• 극한강수 발생확률

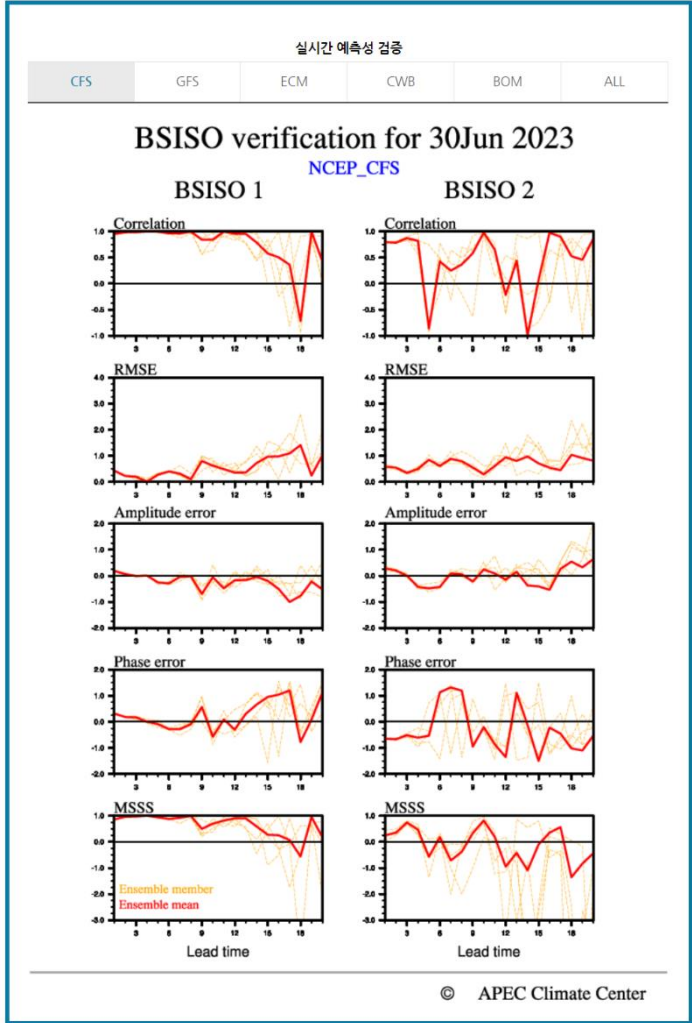
맨위로

향후 1주, 2주 뒤에 BSISO 로 인해 나타날 수 있는 극한 강수의 발생 확률을 보여줍니다.

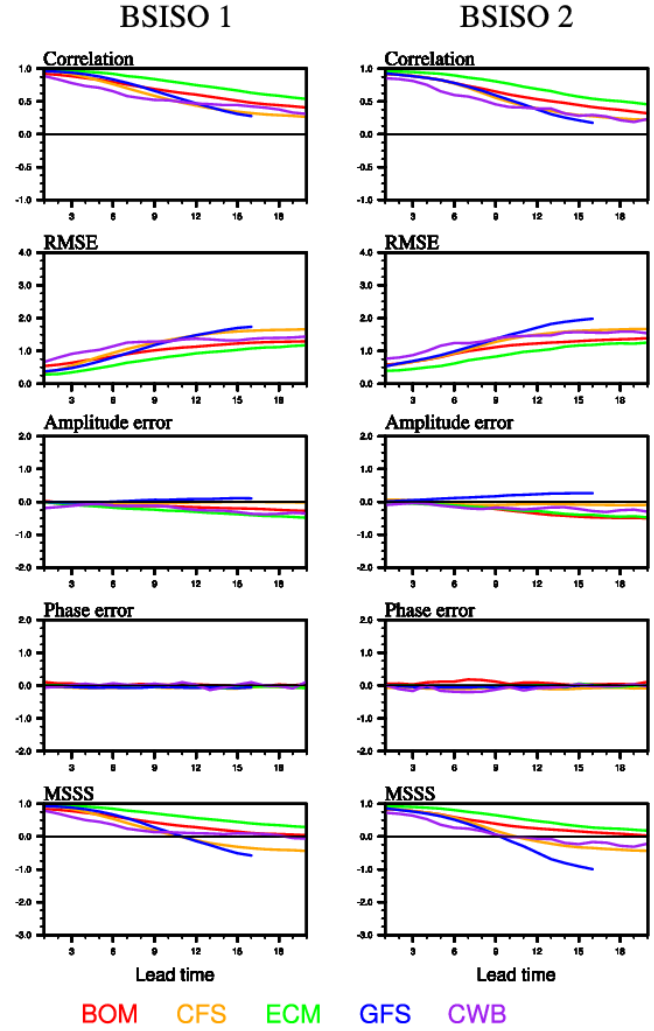


3.2 APCC BSISO 예측 및 검증 : 검증

실시간 BSISO 예측성 검증



BSISO verification



누적 BSISO 예측성 검증

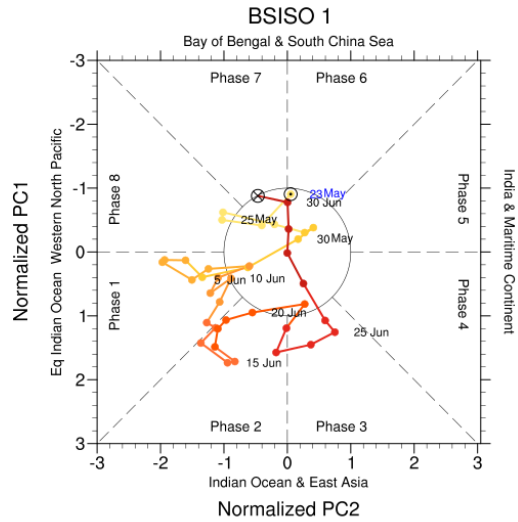
- 2013년부터 2022년(최근)까지 누적 검증
- 매년 1회 업데이트
- BSISO1(BSISO2)에서 10~20일(10~15일)까지 유의미한 예측 성능 (>0.5) 나타남

3.3 APCC BSISO 영향장

위상도 기반 지수 정보

합성장 기반 이론

사용자 친화적/직관적 정보 생산 since 2020



$$\text{Comp}_{\text{BSISO1}} * \text{BSISO 강도}_{\text{BSISO1}} * 0.62 + \text{Comp}_{\text{BSISO2}} * \text{BSISO 강도}_{\text{BSISO2}} * 0.38$$



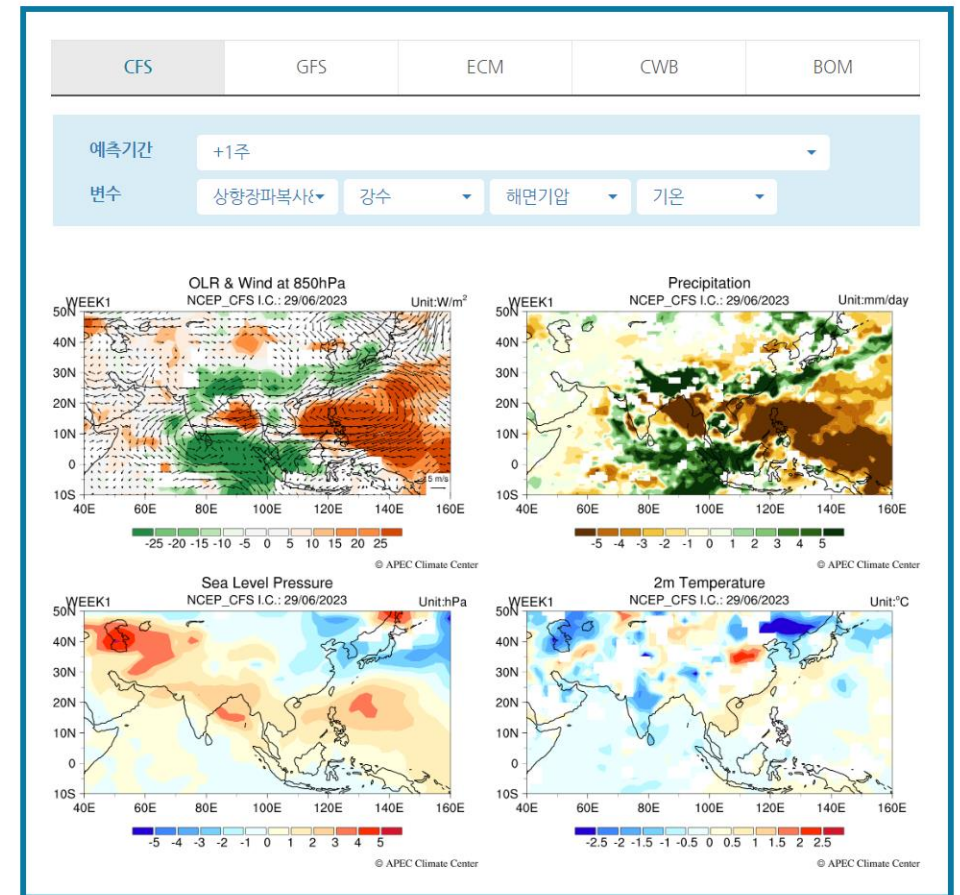
Comp: 예측일 전/후 15일이 포함된 30일 중 BSISO 강도가 1.0 이상일 때, 각 위상별 1991-2020년 (30년) 평균 편차장 (anomaly)
BSISO 강도 = 예측일의 BSISO 진폭 (amplitude)
0.62 = EOF가 설명하는 BSISO 분산 중 첫번째와 두번째 모드의 분산비
0.38 = EOF가 설명하는 BSISO 분산 중 세번째와 네번째 모드의 분산비

김해정 등 (APCC 연구보고서, 2019)



BSISO 영향 편차장

과거 BSISO 지수 합성장에 기반하여 모델에서 예측된 향후 1~4주 뒤 아시아 몬순 지역에서 나타날 수 있는 BSISO의 영향을 다양한 변수를 통해 전망할 수 있음



2024년 기후정보 생산 및 활용 사용자 워크숍

여름철 계절내 진동 예측 생산 및 활용

IV. BSISO 활용

- 국/내외 기관 활용 사례
- 한반도 예측 활용 사례

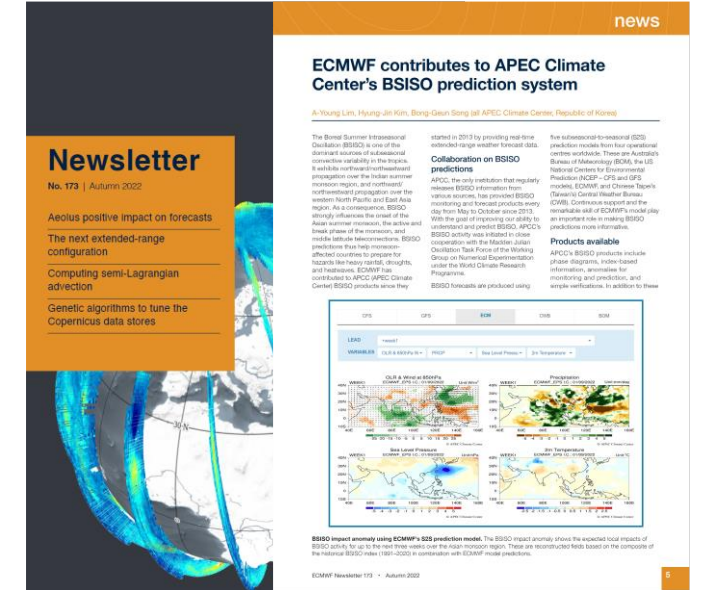
4.1 국/내외 기관 활용 사례

○ 국내 활용

- 기상청 기후예측과 실시간 예측정보 제공

○ 국외 활용

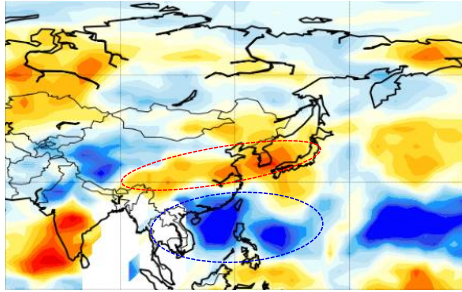
- 인도네시아 기상청 BSISO 지수 활용
- 인도 기상연구소(MOL) 실시간 위상도(Phase diagram) 및 극한 강수 발생확률 활용
- 베트남 기상청 BSISO 영향장 활용
- 유럽 ECMWF 뉴스레터 2022년 가을호 수록



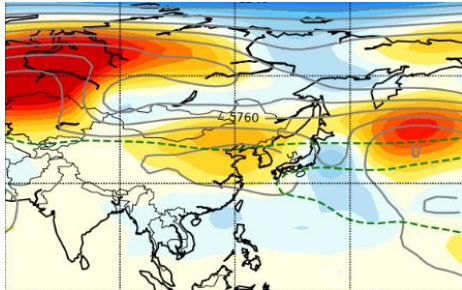
4.2 한반도 예측 활용사례 : 2016년 8월 폭염

관측

OLR

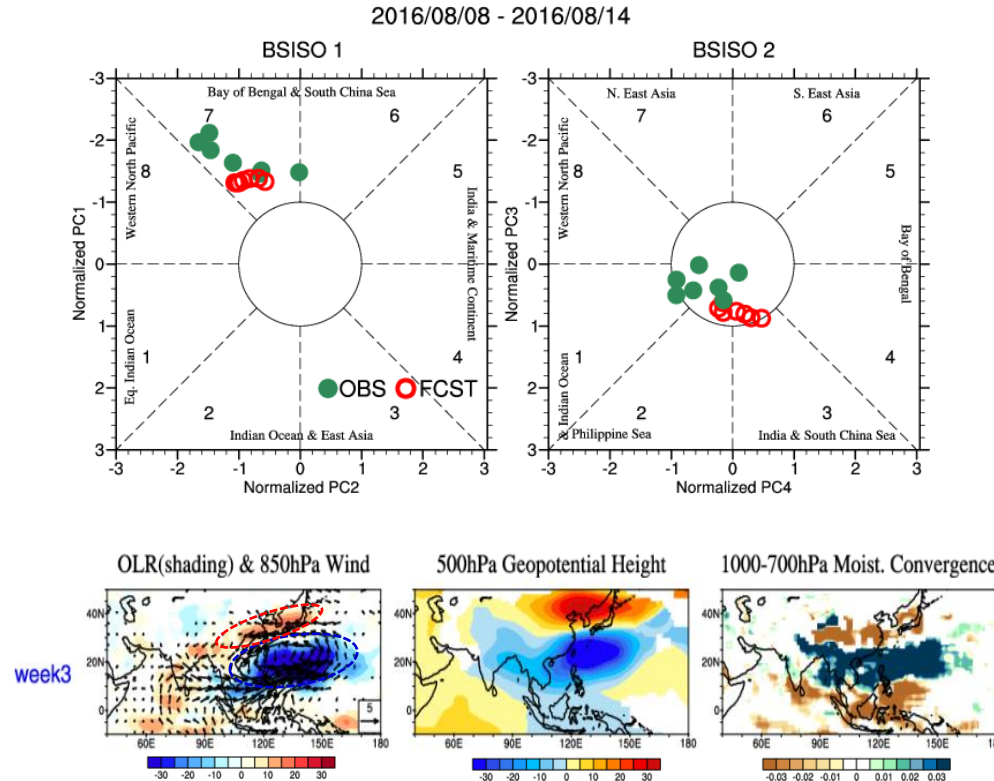


Z500



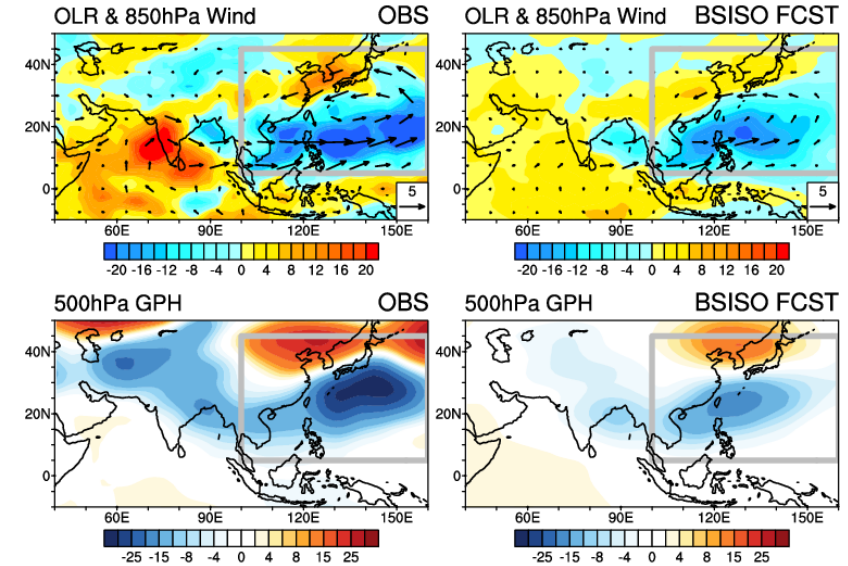
기온	+2.8 °C	+
강수량	10%ile	-

예측 BSISO 및 영향편차장



3주전 예측

BSISO1 P7 (week3)

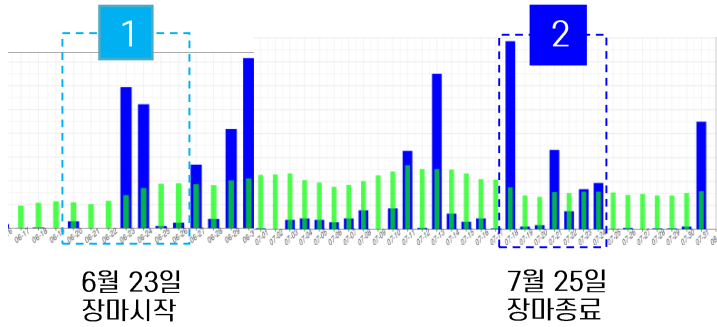


BSISO1 P7

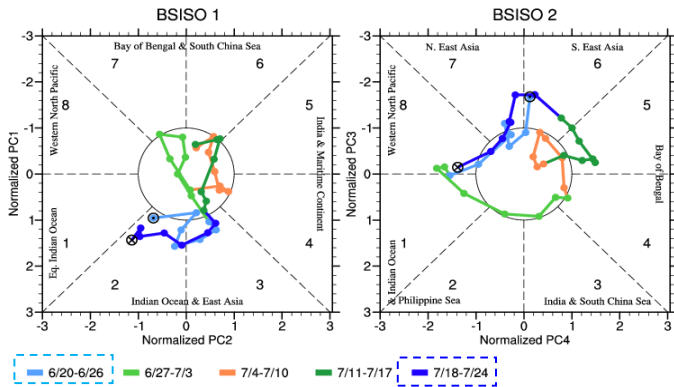
남중국해/북서태평양 몬순 지역에서 대류활동 활발한 반면 인도몬순/동아시아 지역에서 고기압성 순환과 함께 대류활동 약화
→ 우리나라 부근 고기압성 흐름 강화 및 단열 하강에 의한 온도 상승으로 폭염 발생 확률 높음

4.2 한반도 예측 활용사례 : 2022년 장마

관측



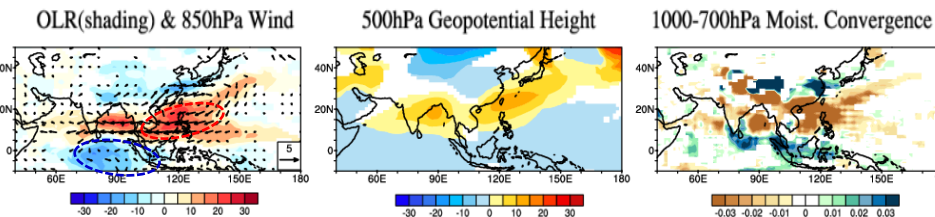
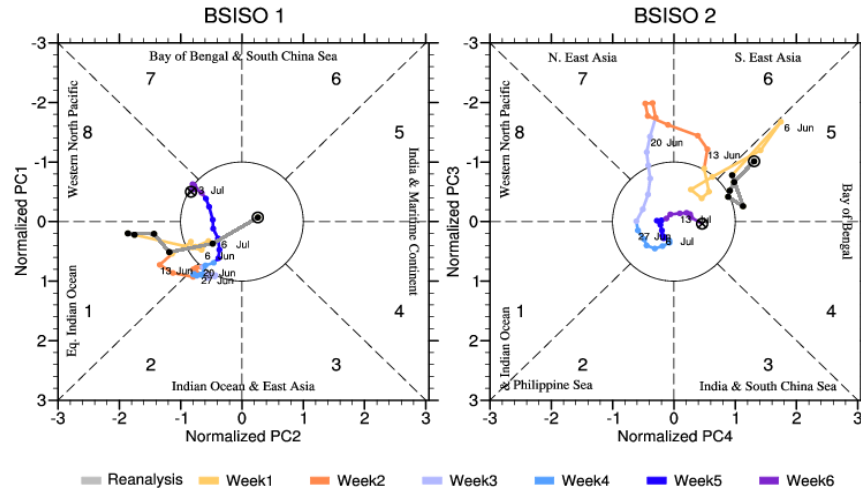
BSISO for 20June2022-24July2022



예측 BSISO 위상도 및 영향편차장

BSISO Forecast for 6June2022-17July2022

WMO S2S ECMWF (I.Date: 20220606)

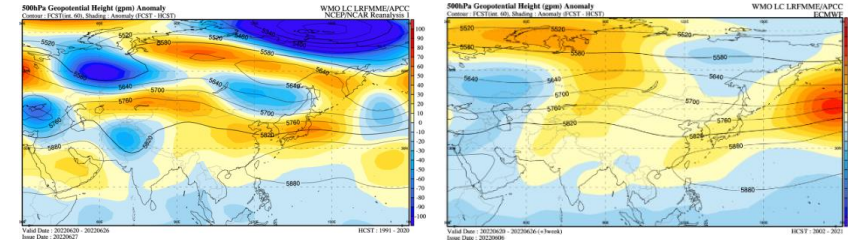


3주전 예측

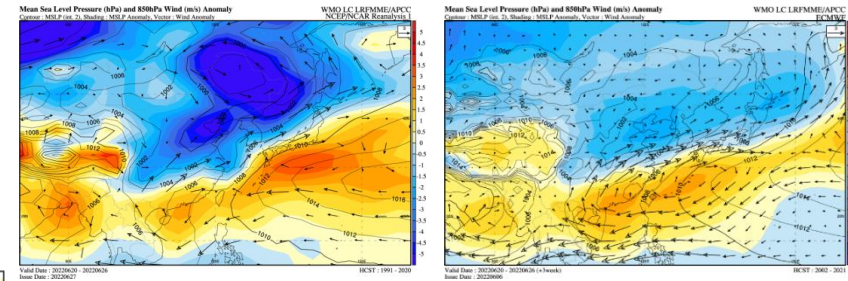
OBS

Z500

FCST



MSLP & 850 Wind



기온	+3.2 °C	+
강수량	70.6%ile	+

기온		+
강수량		+

BSISO2 P7

장마기간 중 강수 많은 시기에 BSISO 활동 강함
6월 중순 한반도 남쪽 상하층 고압대 영향 + 하층 남서풍 편차 + BSISO2 위상7 강하게 발달 → 장마 시작 및 다우 가능성 ↑

감사합니다



Reference

- Wheeler and Hendon (2004) An all-season real-time multivariate MJO index: development of an index for monitoring and prediction, Mon Weather Rev.
- Lee et al. (2013) Real-time multivariate indices for the boreal summer intraseasonal oscillation over the Asian summer monsoon region, Clim. Dyn.
- William et al. (2020) Current and Emerging Developments in Subseasonal to Decadal Prediction, BAMS Article
- 김해정 등 (2019) 다중모델 기반 계절내 예측 활용 가이드라인 개발, APCC 연구보고서
- APCC 1개월 전망 활용 자료