

신 표준평년 기간 (1991-2020) 기후 변동 특성 분석

예상욱,이용한,오세윤
한양대학교

WEATHER CLIMATE WATER
TEMPS CLIMAT EAU



WMO OMM

World Meteorological Organization
Organisation météorologique mondiale
Organización Meteorológica Mundial
Всемирная метеорологическая организация
المنظمة العالمية للأرصاد الجوية
世界气象组织

Secrétariat

7 bis, avenue de la Paix – Case postale 2300
CH 1211 Genève 2 – Suisse
Tél.: +41 (0) 22 730 81 11
Fax: +41 (0) 22 730 81 81
wmo@wmo.int – public.wmo.int

Our ref.: 16953/2021/S/CS/CMP/CLINO9120

4 August 2021

Annexes: 2 (available in English only)

Subject: WMO collection of the Climatological Standard Normals for 1991–2020



NATIONAL WEATHER SERVICE
NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION

Why are the Normals calculated for a 30-year period? History, tradition, and WMO requirements.

Normals serve two purposes: a reference period for monitoring current weather and climate, and a good description of the expected climate at a location over the seasons. They provide a basis for determining whether today's weather is warmer or colder, wetter or drier. They also can be used to plan for conditions beyond the time span of reliable weather forecasts.

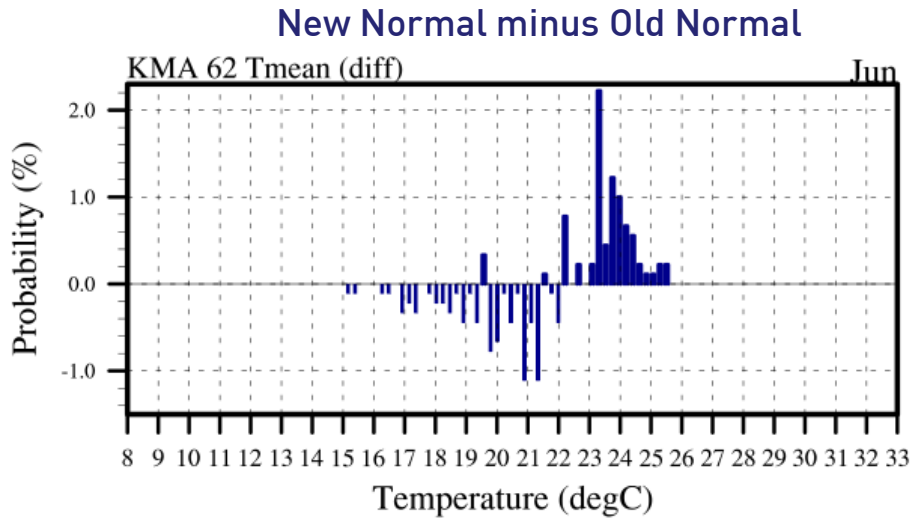
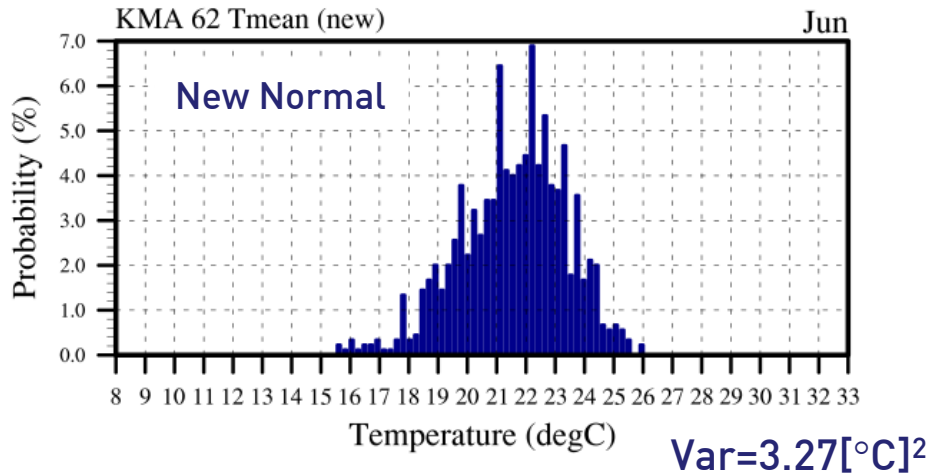
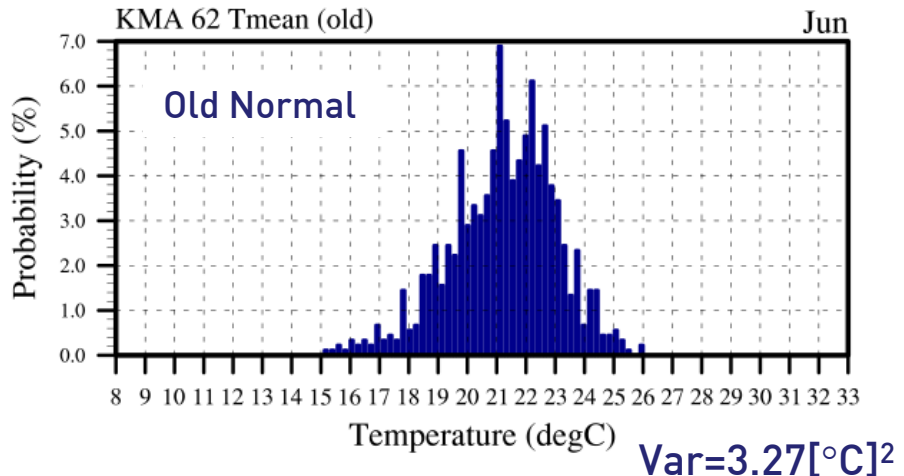
- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020)에서 기상/기후 변수 들의 확률 분포 특성의 차이

- 서로 다른 표준 평년 기간 (1981-2010 & 1991-2020) 에서 기상/기후 변수들의 특성 차이 (새로운 평균 (New Normal) 에 대한 이해)

- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020) 사용을 통한 기상/기후 변동 해석 (예측성 평가, 대기 순환 변동, 주요 기후 변동 현상)

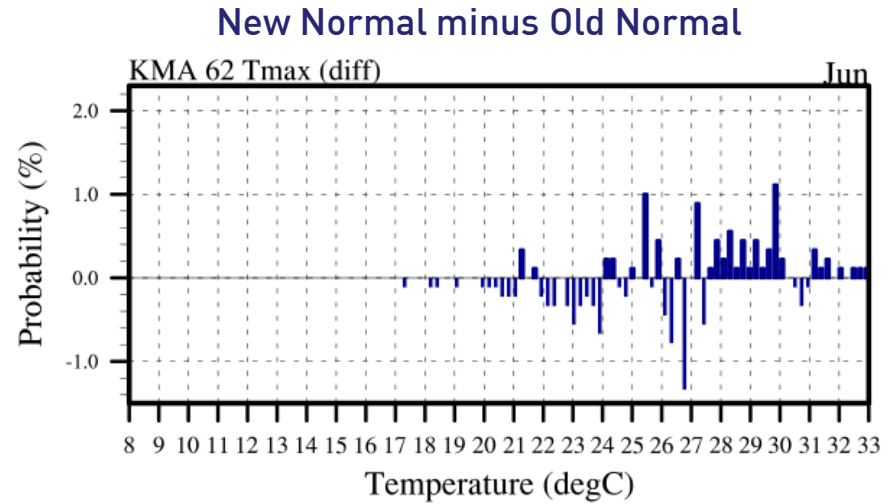
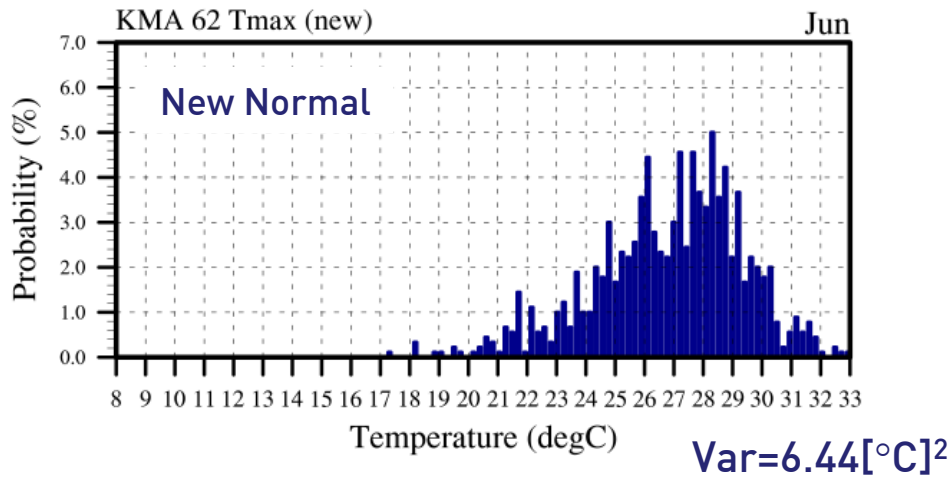
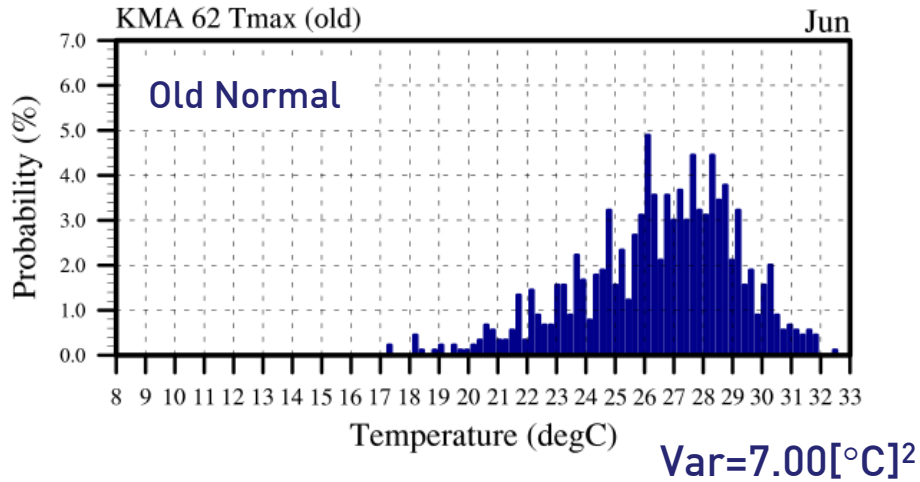
- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020)에서 기상/기후 변수 들의 확률 분포 특성의 차이
- 서로 다른 표준 평년 기간 (1981-2010 & 1991-2020) 에서 기상/ 기후 변수들의 특성 차이 (새로운 평균 (New Normal) 에 대한 이해)
- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020) 사용을 통한 기상/기후 변동 해석 (예측성 평가, 대기 순환 변동, 주요 기후 변동 현상)

● New Normal (1991-2020) & Old Normal (1981-2010) 기간 우리나라 일 평균기온 (T_{mean}) 기온 확률 밀도 함수 (6월)



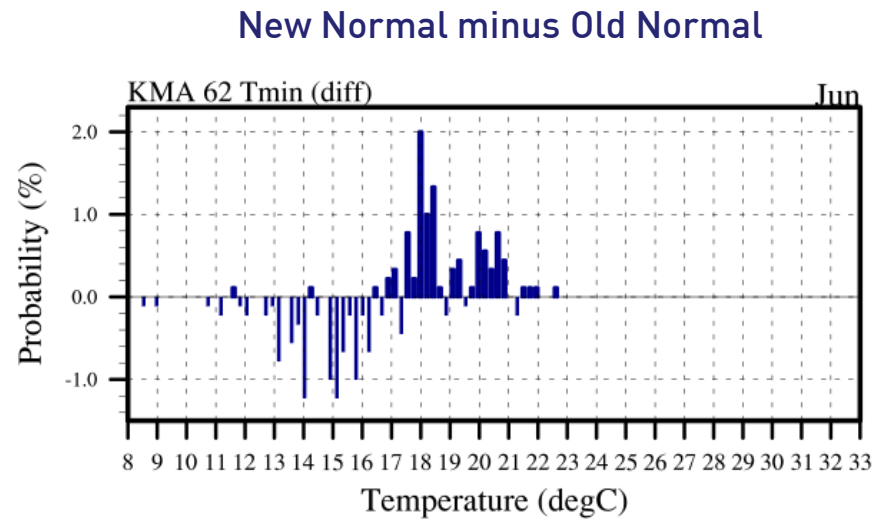
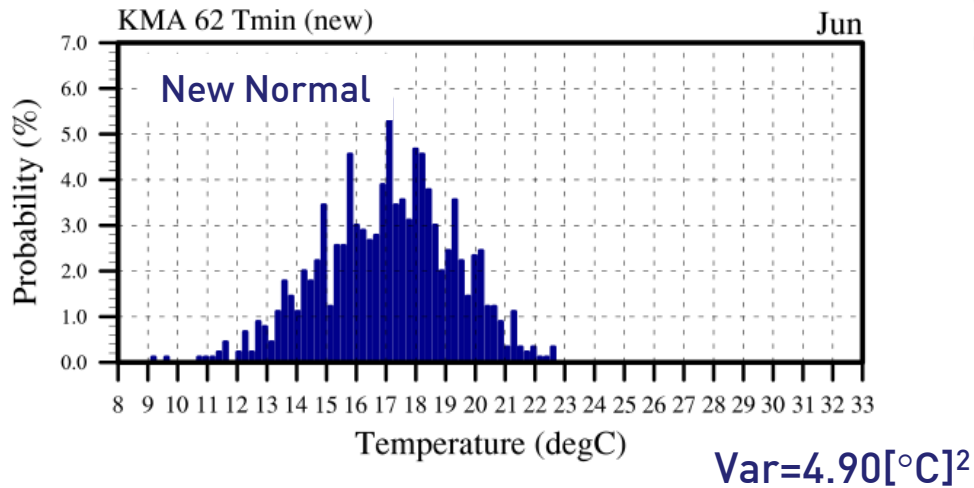
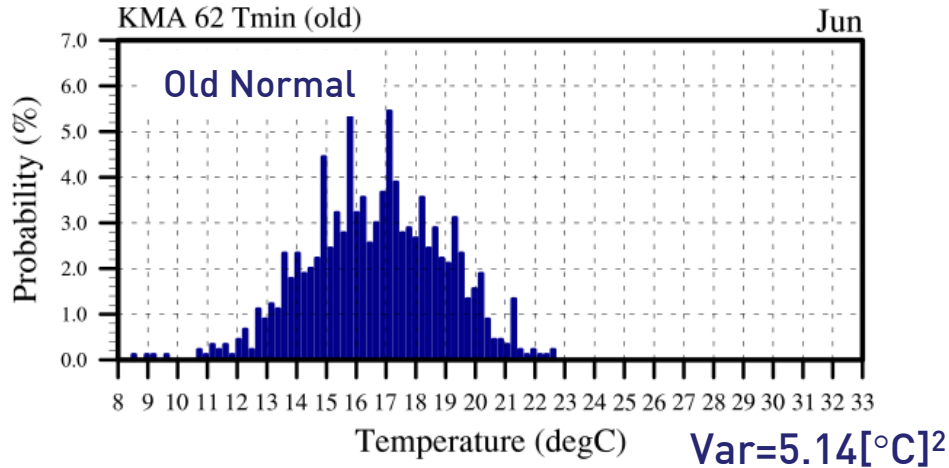
:우리나라 62개 관측소

• New Normal (1991-2020) & Old Normal (1981-2010) 기간 우리나라 일 최고기온 (T_{max}) 확률 밀도 함수 (6월)



:우리나라 62개 관측소

• New Normal (1991-2020) & Old Normal (1981-2010) 기간 우리나라 일 최저기온 (T_{min}) 확률 밀도 함수 (6월)



:우리나라 62개 관측소

- 여름 기간 중 초여름 기간에 기온의 확률분포 구조의 차이가 늦여름 기간보다 뚜렷하게 나타남.

 AGU PUBLICATIONS



Journal of Geophysical Research: Atmospheres

RESEARCH ARTICLE

10.1002/2017JD026458

Distinct mechanisms of Korean surface temperature variability during early and late summer

Sae-Rim Yeo¹ , Sang-Wook Yeh² , Youjin Won² , Hyunsu Jo², and WonMoo Kim¹ 

Key Points:

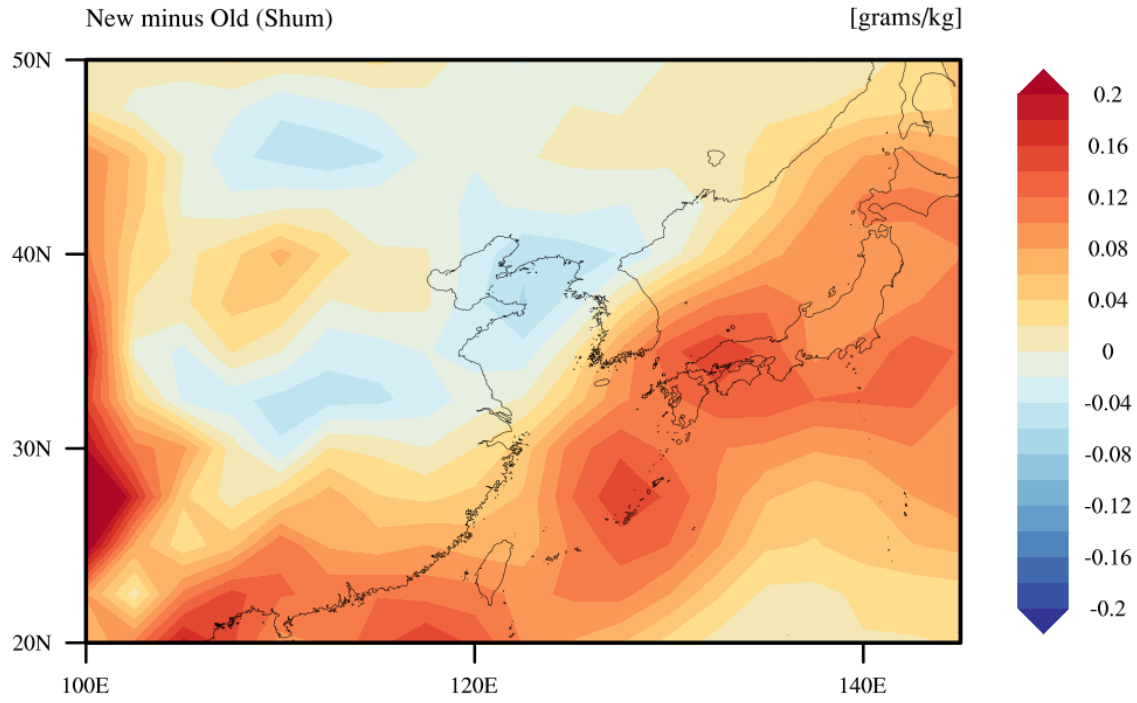
- There is a distinguished subseasonal variation in Korean surface temperature during early and late summer

¹APEC Climate Center, Busan, South Korea, ²Marine Sciences and Convergent Technology, ERICA, Hanyang University, Ansan, South Korea

- 우리나라 6월 기온은 동아시아 대륙의 영향을 직접적으로 받는 시기 (신평년기간 동아시아 대륙의 온난화)
- 우리나라 7월, 8월 기온은 해양 변동성을 포함하는 기후 강제력의 영향을 직접적으로 받는 시기

- 최저온도의 확률분포 특성 변화가 (PDF shift) 최고온도 특성 변화 보다 뚜렷하게 나타남 (대기중 수증기량 변화)

850hpa Specific Humidity



NCEP R1 dataset

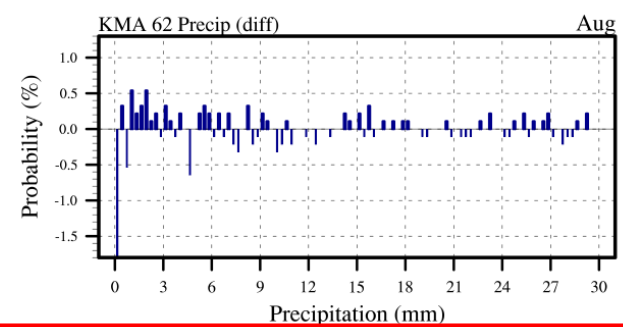
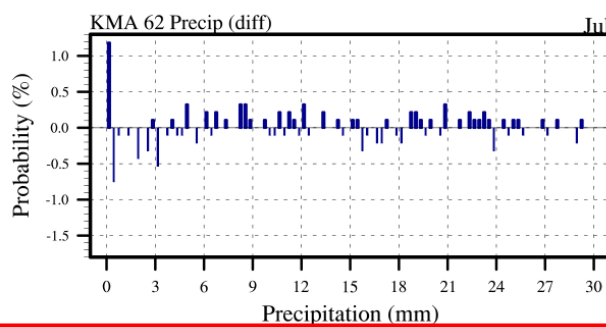
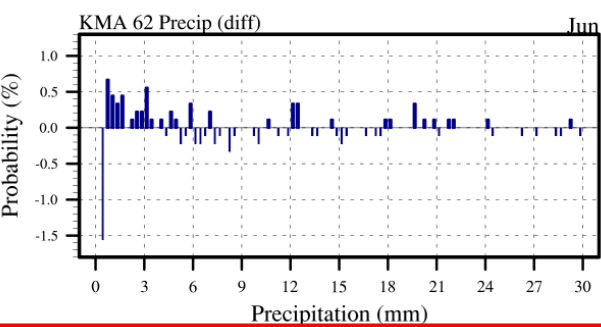
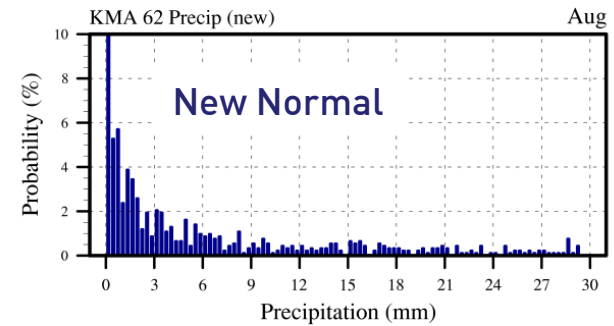
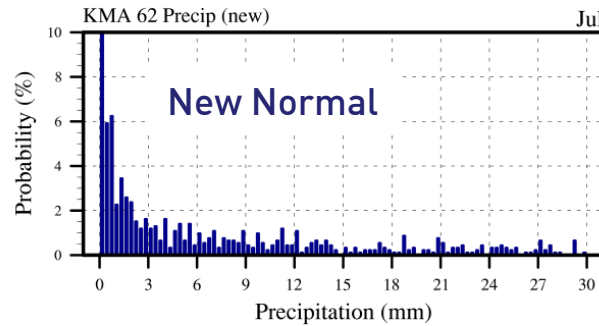
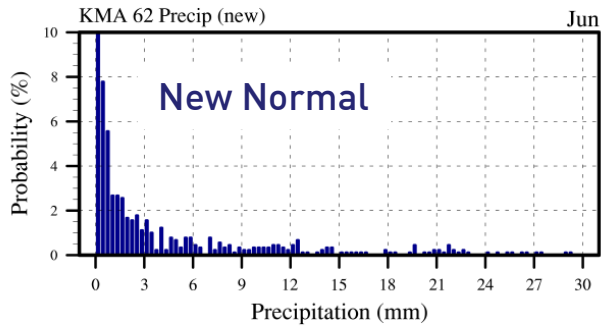
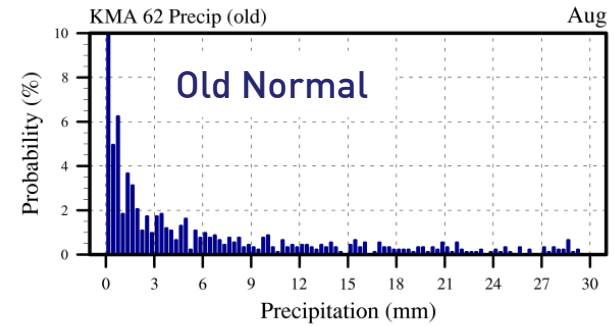
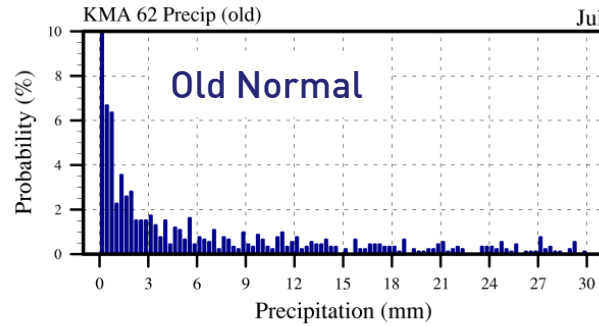
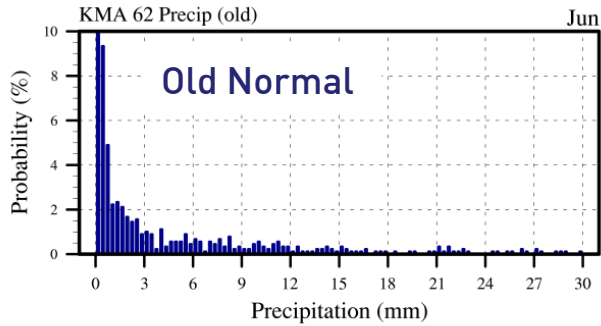
- 여름이 겨울보다 기온의 확률분포 구조의 차이가 (New Normal 과 Old Normal 기간) 뚜렷하게 나타남 (기온 확률 분포에 영향을 미치는 요소의 계절적 차이)

● New Normal (1991-2020) & Old Normal (1981-2010) 기간 우리나라 일일 강수량 밀도 함수 (6,7,8월)

6월

7월

8월



:우리나라 62개 관측소

- 일 강수량 (여름철)의 확률분포는 기온과 비교하여 뚜렷한 특성의 차이를 확인하기 어려움 (강수 메커니즘의 복잡성)

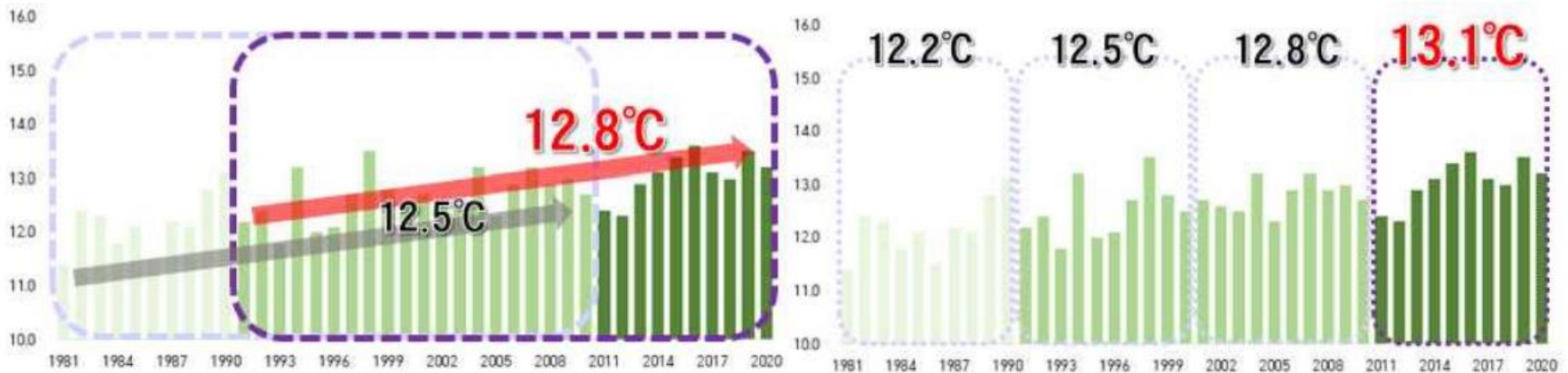
- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020) 을 사용하였을 때 대기 변수들의 확률 분포 특성의 차이

- 서로 다른 표준 평년 기간 (1981-2010 & 1991-2020) 에서 기상/기후 변수들의 특성 차이 (새로운 평균 (New Normal) 에 대한 이해)

- 새로운 표준 평년 기간 (1991-2020) 사용을 통한 기후 변동 해석 (예측성 평가, 대기 순환 변동, 주요 기후 변동 현상)

○ 기온 변화

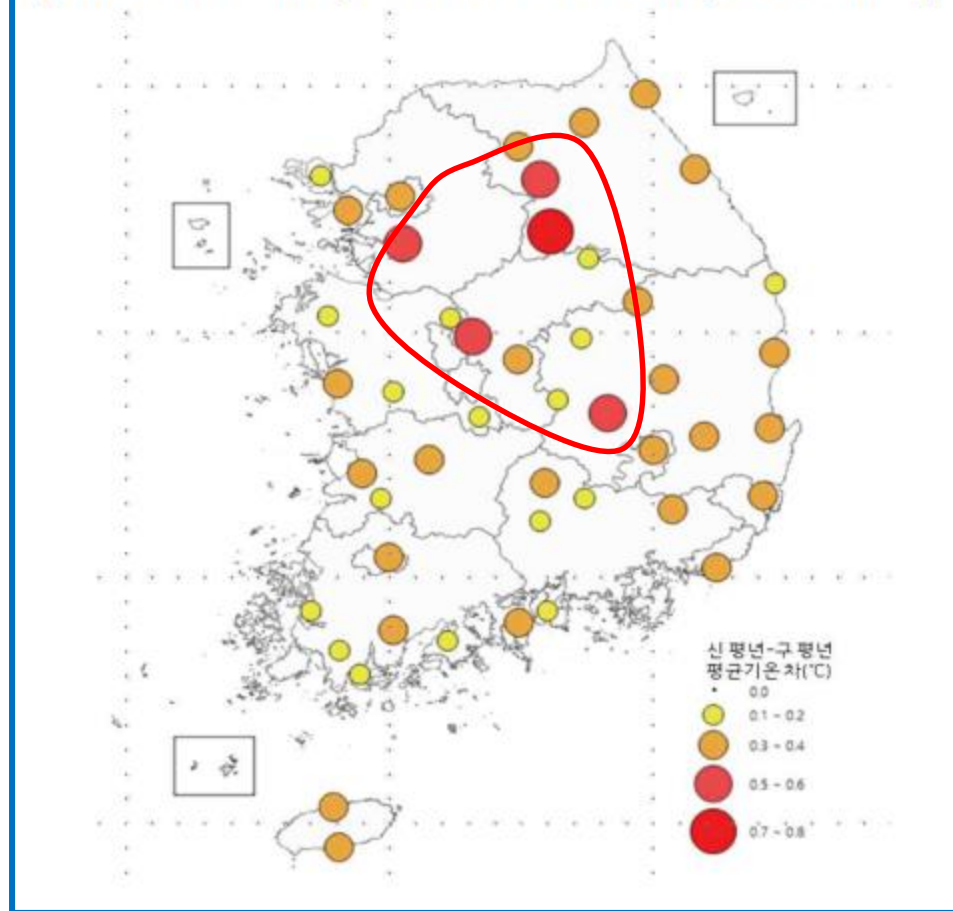
- 지구온난화에 따른 지속적인 기온상승 추세로, 이전 평년(1981~2010)과 비교하여 신 평년(1991~2020)의 전국 평균기온은 0.3°C 증가함
- 연대별 전국 평균기온도 10년마다 0.3°C 씩 꾸준히 증가함



【그림 1】 1981~2020년 연도별 평균기온(왼쪽: 신-이전 평년 비교, 오른쪽: 연대별 비교)

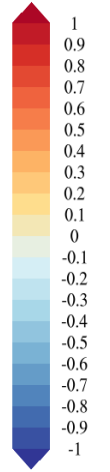
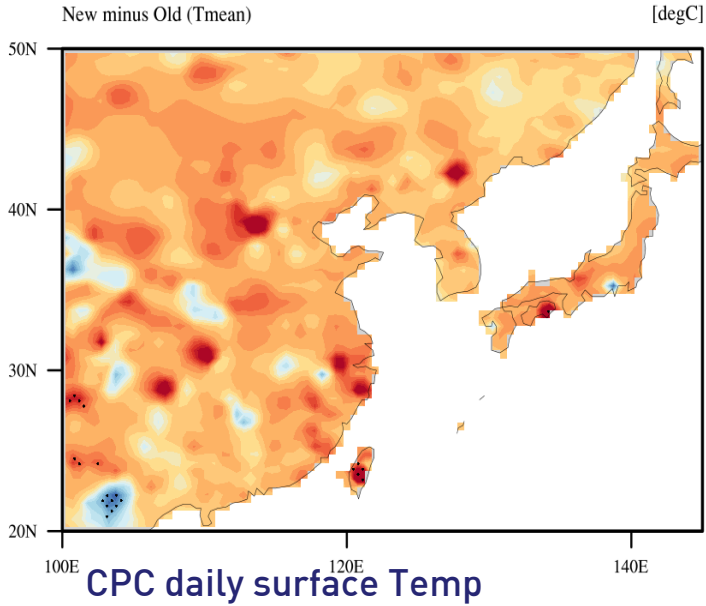
우리나라 평균 기온 증가율이 큰 이유?

[평균기온 차이(신 평년-이전 평년) 공간분포]



- Land surface temperature 의 빠른 증가 (small heat capacity)

• New Normal (1991-2020), Old Normal (1981-2010) 동아시아 지면 & 해수면 평균온도 차이

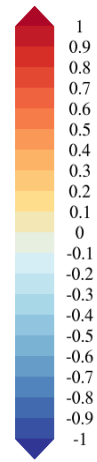
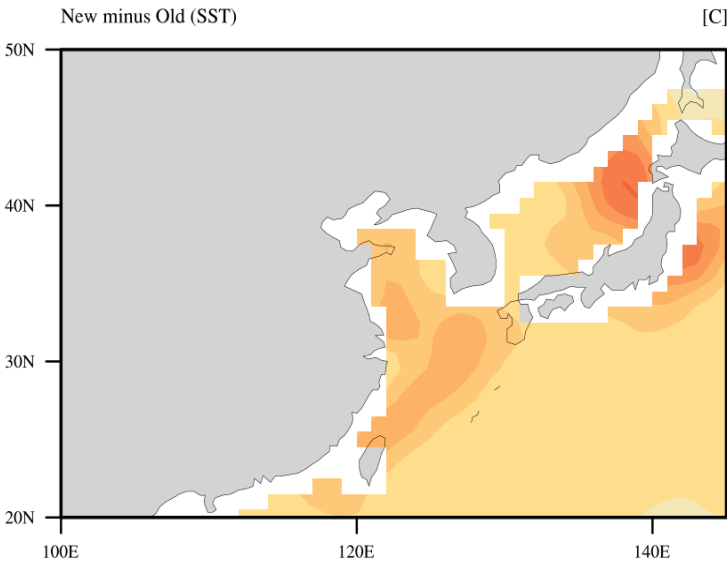
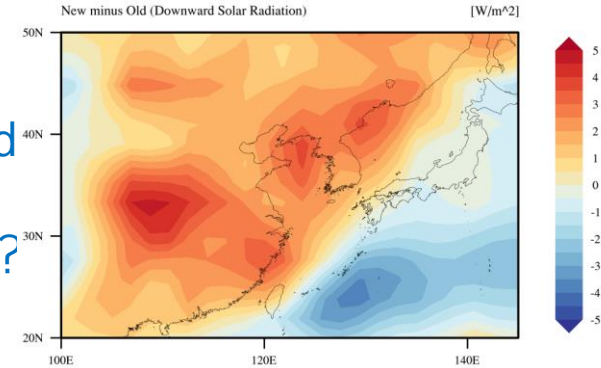


• 동아시아 지역 지면 평균기온의 차이 (New Normal - Old Normal) 는 다른 지역에 비해 온난화 경향성이 큼

- Aerosol 감소로 인한 Downward Shortwave Radiation 증가?

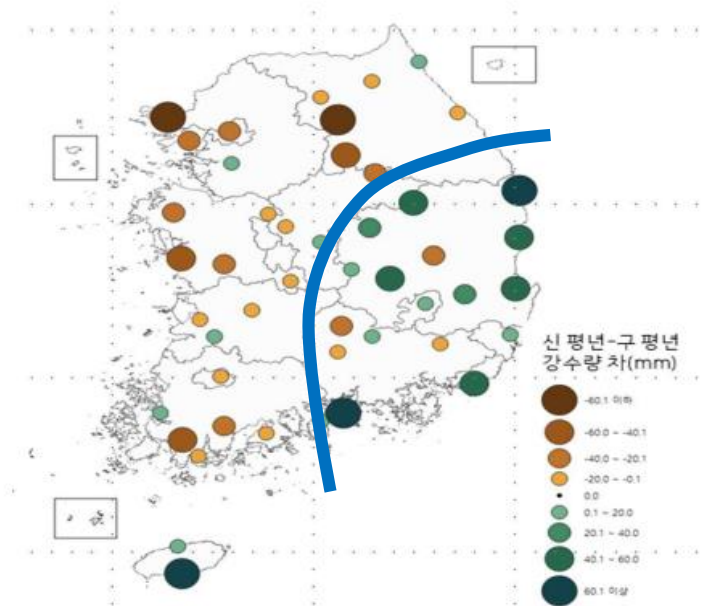
- 도시화 효과?

Downward Solar Radiation Flux at surface



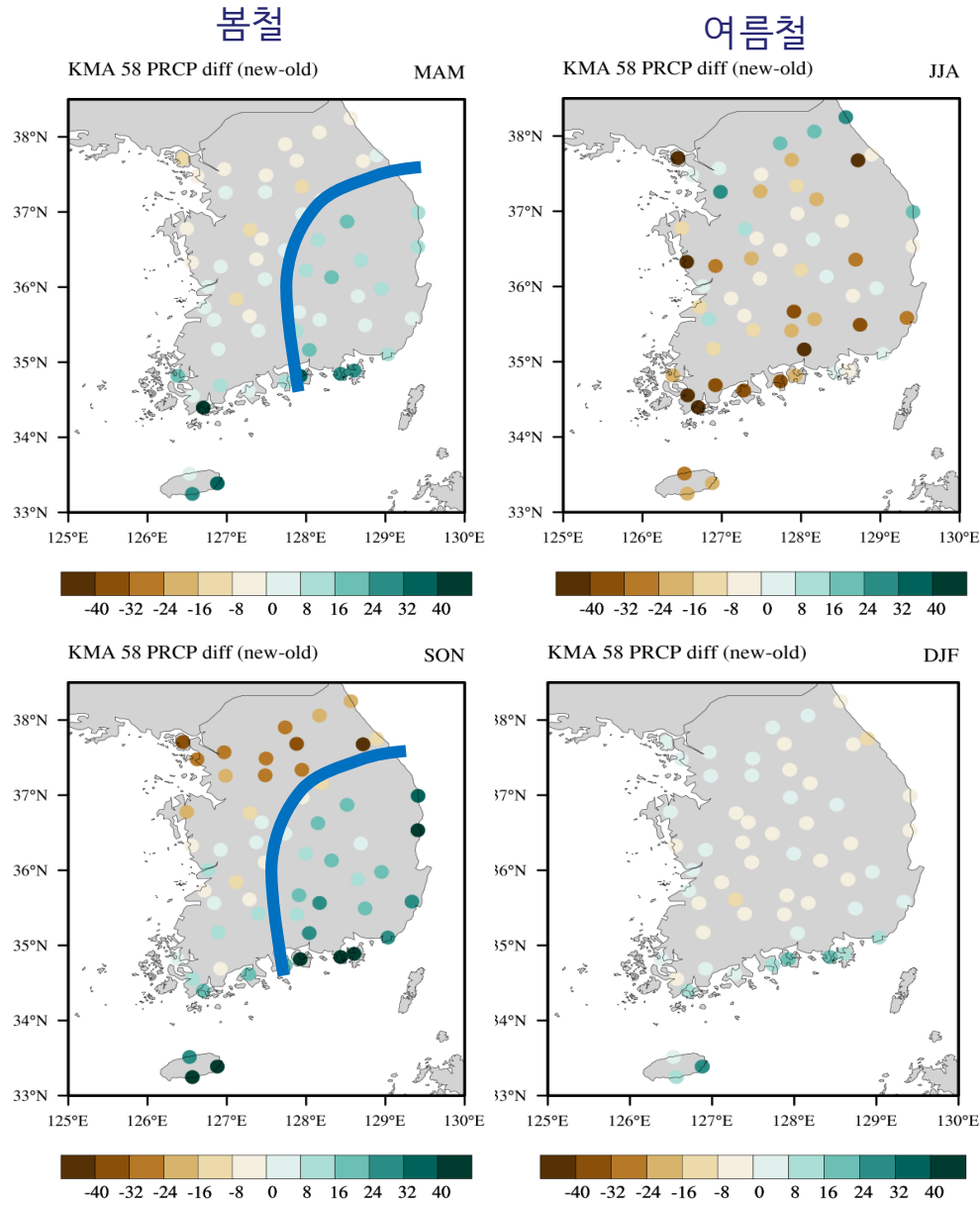
○ 강수량 변화

- 이전 평년에 비해, 신 평년의 6월과 9월 강수량은 감소하였으나(6월 - 13.4mm, 9월 -9.8mm), 10월 강수량은 증가함(+12.7mm)
- 연강수량의 지역별 분포에서는 중부지방과 호남지역은 감소, 제주도와 경상도 지역의 강수량은 증가한 경향이 뚜렷하게 나타남



【그림 2】 신 평년값-이전 평년값 차이(왼쪽: 전국평균 월별 비교, 오른쪽: 지점별 연강수량 차이 비교)

● New Normal (1991-2020), Old Normal (1981-2010) 우리나라 강수량 계절별 차이



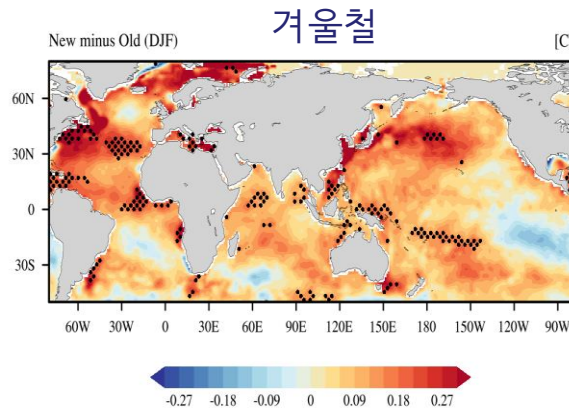
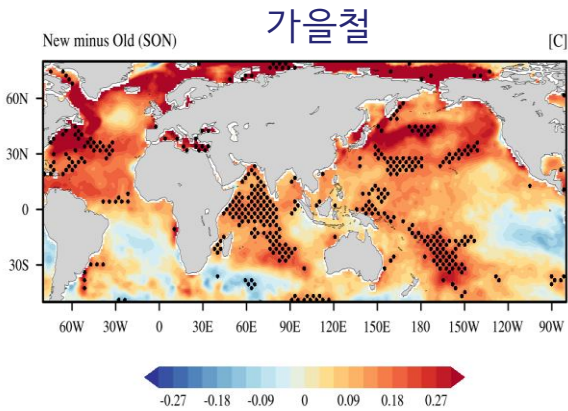
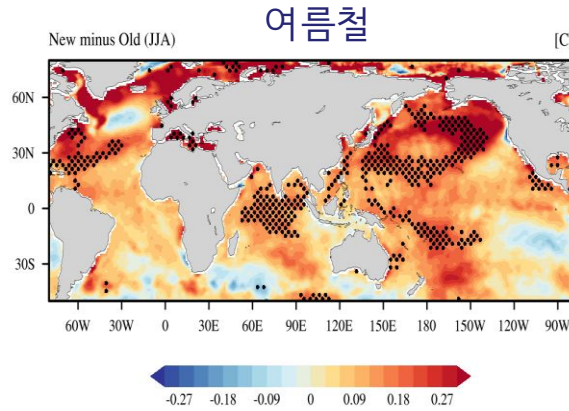
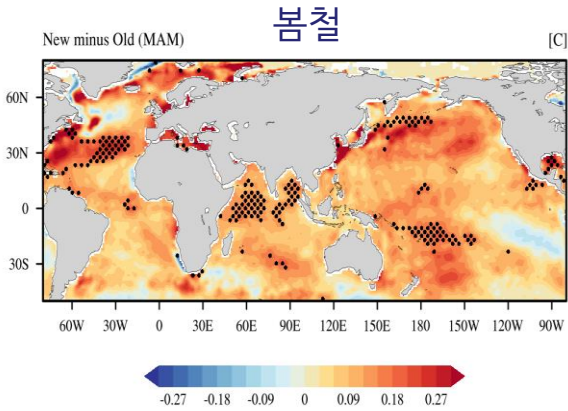
- 신 표준평년 기간 봄,가을철 경상도 지역 강수량 증가
- 지형적인 원인

가을철 (mm/season) 겨울철

신 표준평년 기간
전 지구 변화 (해수면 온도)

• 서로 다른 기후평년 (New Normal minus Old Normal) 기간의 평균장 변화 (해수면 온도)

New Normal minus Old Normal



• New Normal 기간에 정의된 기상/기후 변수 평균장(기온, 강수, 대기순환 등)은 인도양/북대서양/북극해 표층수온 warming의 영향이 강화된 특성을 가지고 있을 것으로 사료됨

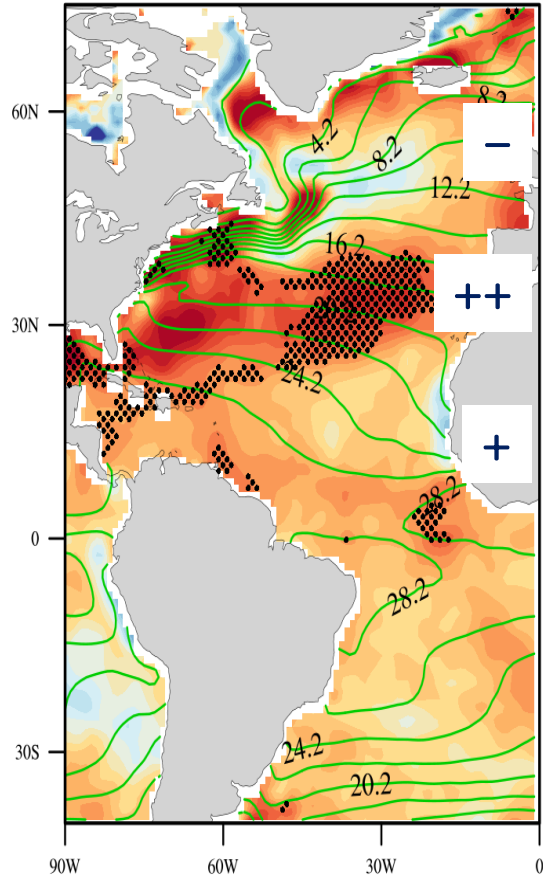
• 각 대양의 warming 이 기상/기후 변수 평균 구조 및 특성에 미치는 영향에 대한 이해 필요

New Normal minus Old Normal

봄철

New minus Old (MAM)

[C]

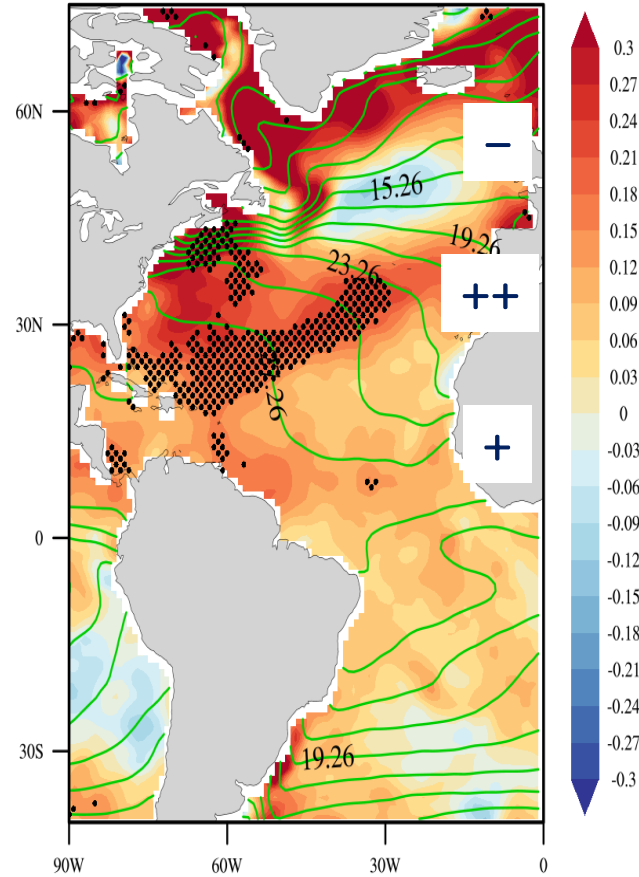


CONTOUR FROM -1.8 TO 29.43 BY 2

여름철

New minus Old (JJA)

[C]



CONTOUR FROM -74 TO 29.74 BY 2

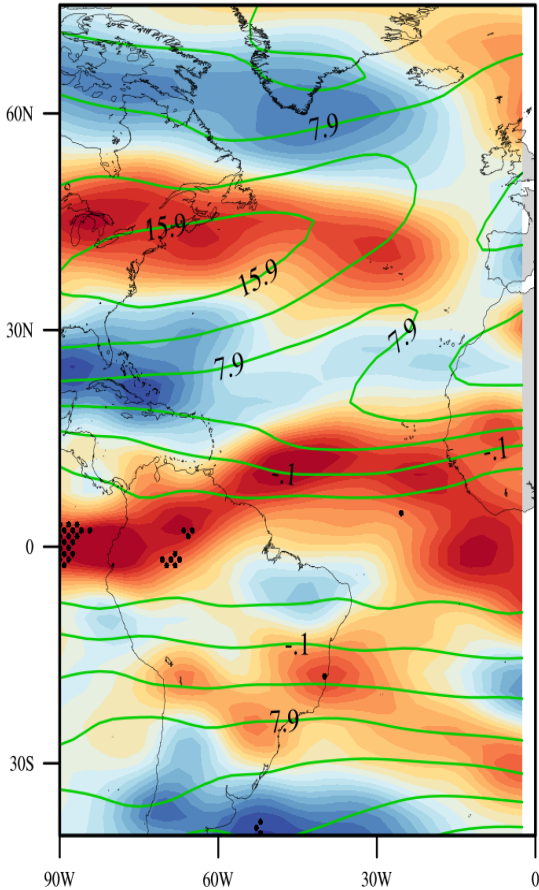
(Green: Climatology (1991-2020))

New Normal minus Old Normal

봄철

New minus Old (MAM)

[m/s]

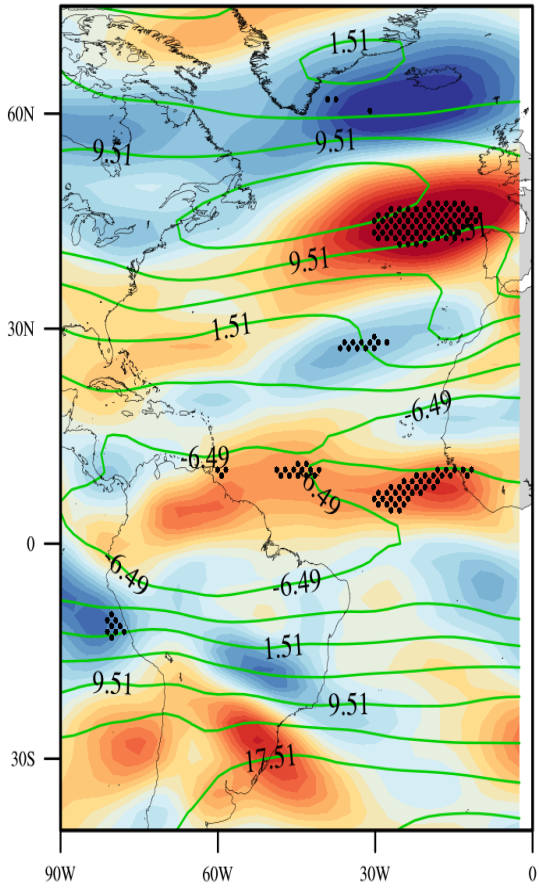


CONTOUR FROM -8.1 TO 21.2 BY 4

여름철

New minus Old (JJA)

[m/s]



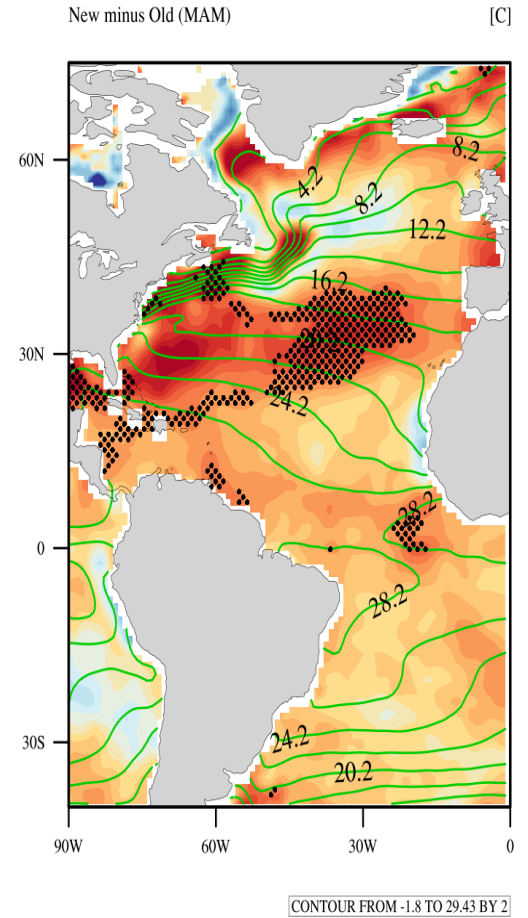
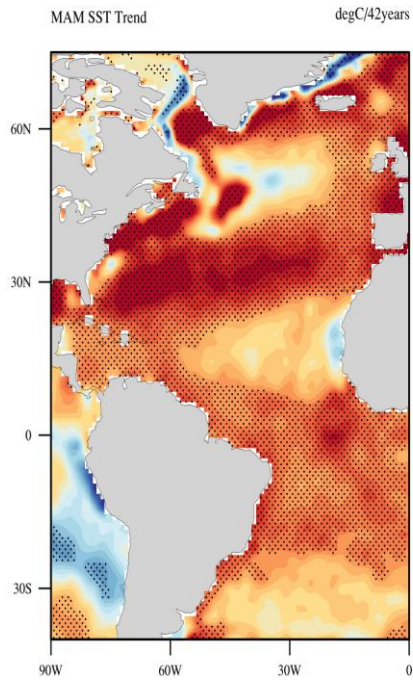
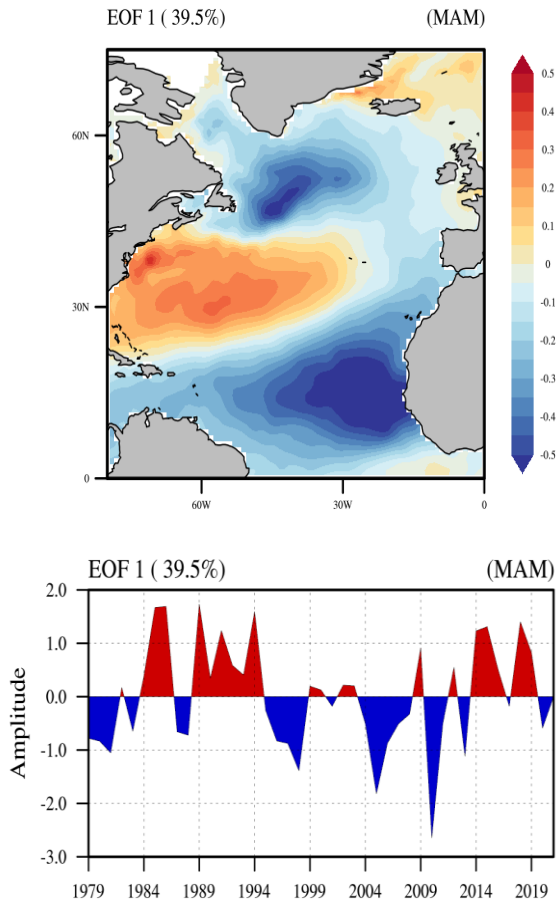
CONTOUR FROM -10.49 TO 22.87 BY 4

(Green: Climatology (1991-2020))

봄철

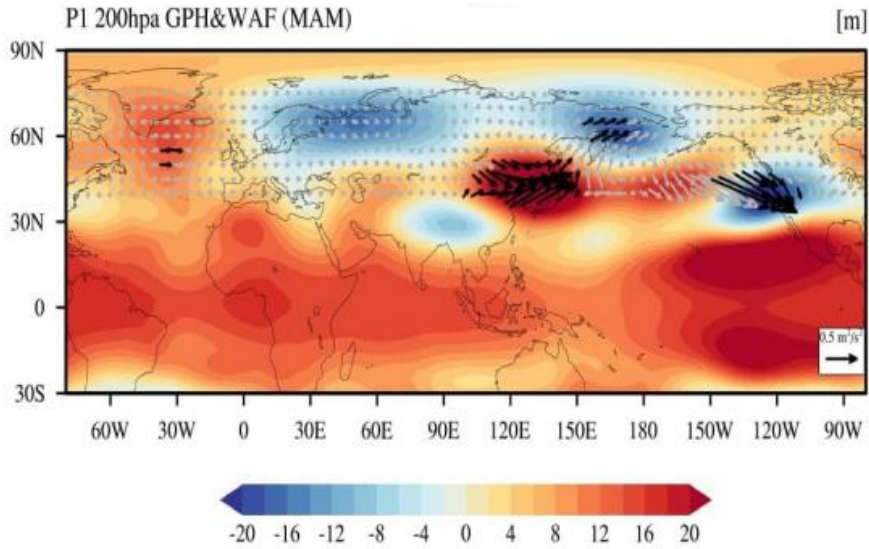
New Normal minus Old Normal

Linear trend (1979-2020)

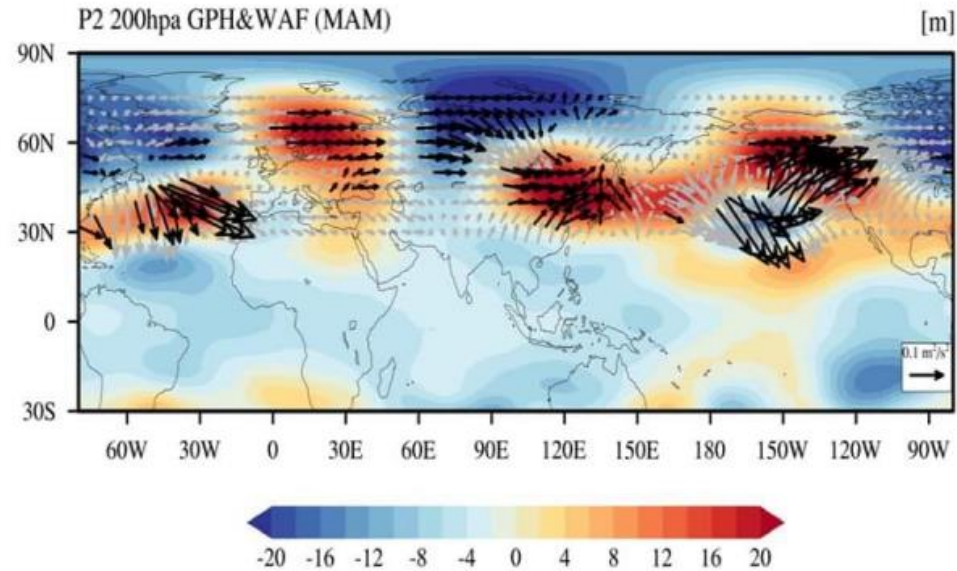


봄철

과거 동아시아 열파 발생시
200hPa GPH & Wave Activity Flux



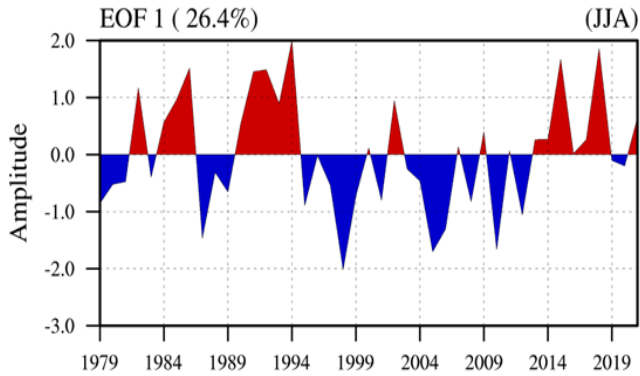
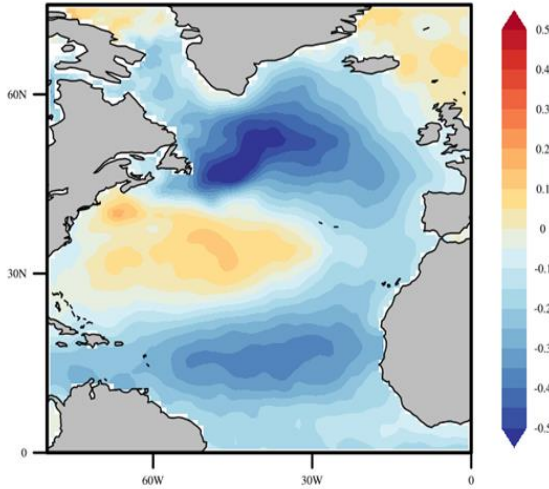
최근 동아시아 열파 발생시
200hPa GPH & Wave Activity Flux



신 표준평년 기간 평균 대기 순환 특성: 북대서양 해수온도 강제력으로 인한 북대서양→동아시아 wave teleconnection 이 활발한 대기 순환 특성

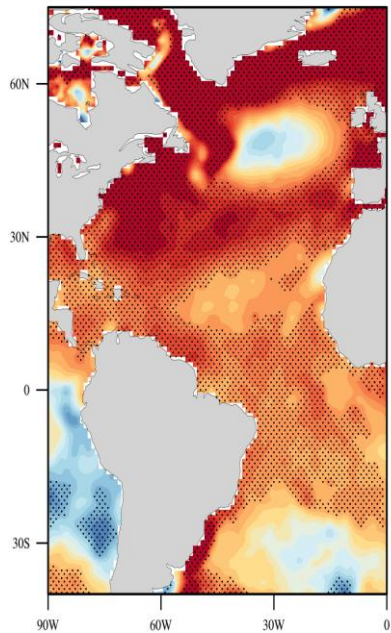
여름철

EOF 1 (26.4%) (JJA)



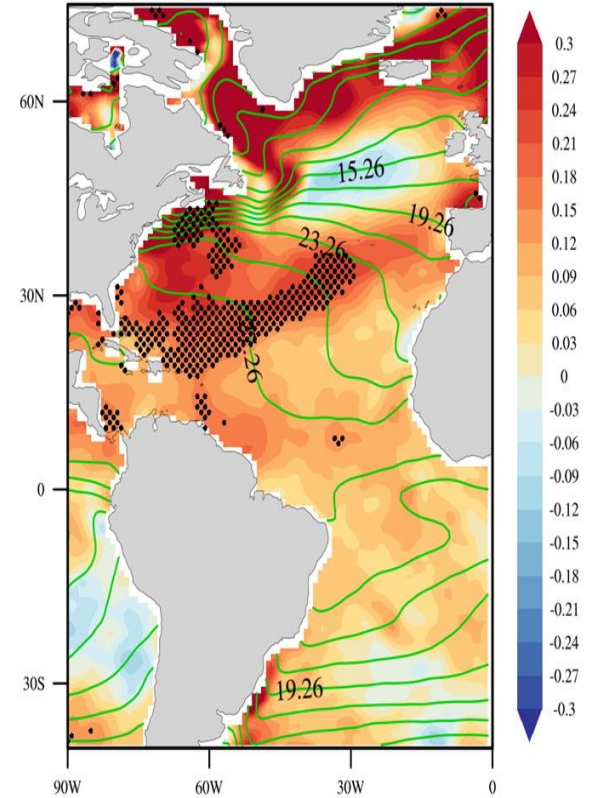
Linear trend (1979-2020)

JJA SST Trend degC/42years



New Normal minus Old Normal

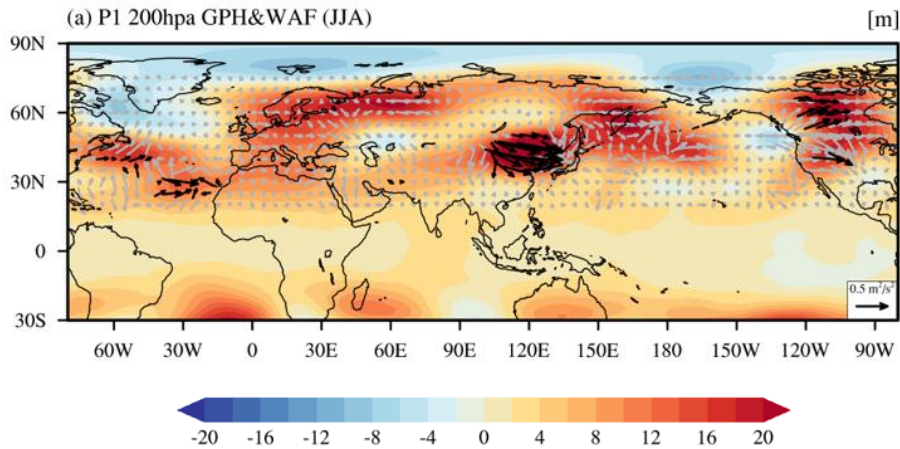
New minus Old (JJA) [C]



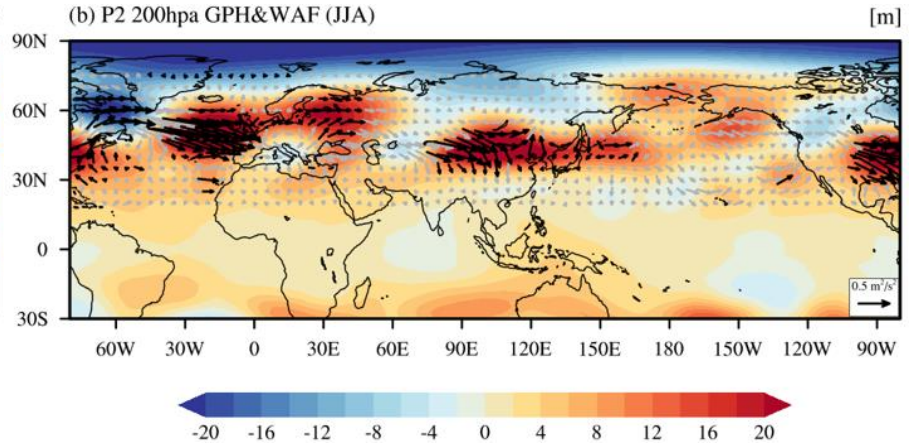
CONTOUR FROM -.74 TO 29.74 BY 2

여름철

과거 동아시아 열파 발생시
200hPa GPH & Wave Activity Flux



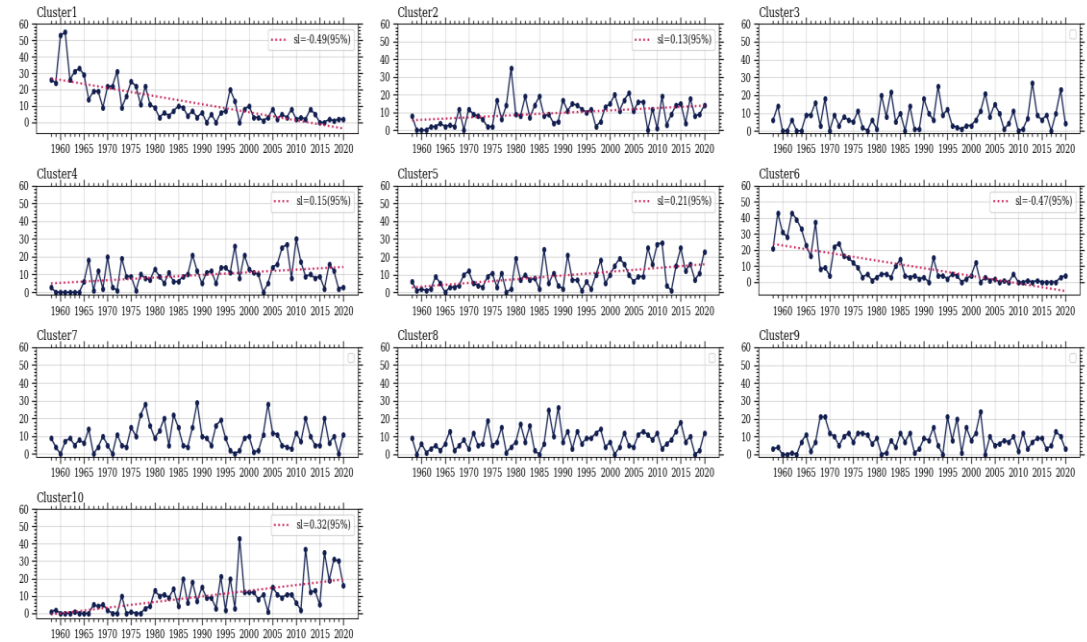
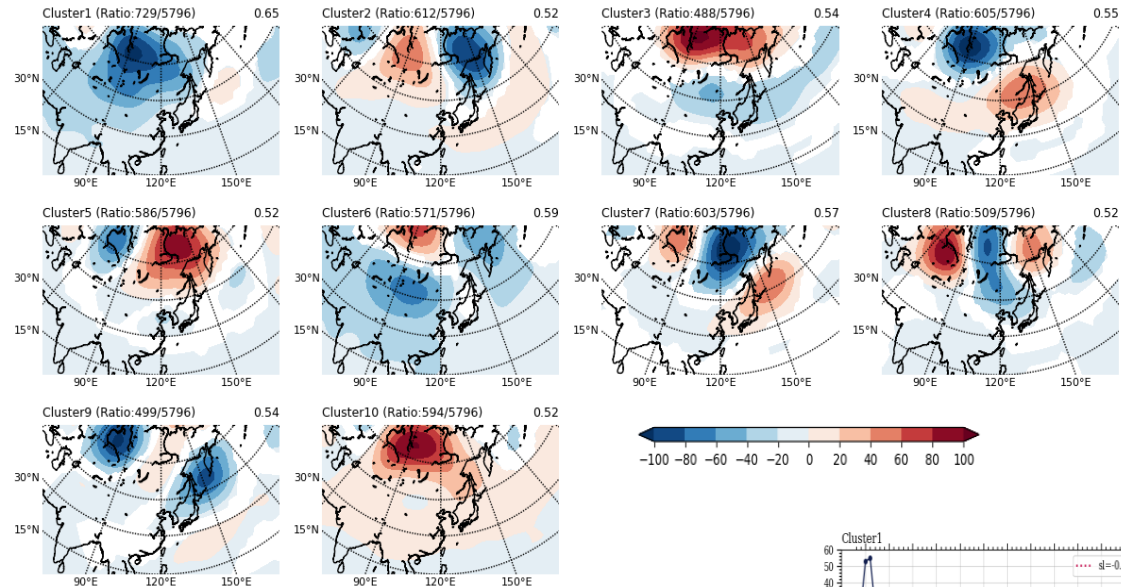
최근 동아시아 열파 발생시
200hPa GPH & Wave Activity Flux



신 표준평년 기간 평균 대기 순환 특성: 북대서양 해수온도 강제력으로 인한 북대서양→동아시아 wave teleconnection 이 활발한 대기순환 특성

● K-mean Clustering 대기 순환 특성 (여름철)

1958-2020년 clustering 합성도와 연도별 발생 횟수 시계열



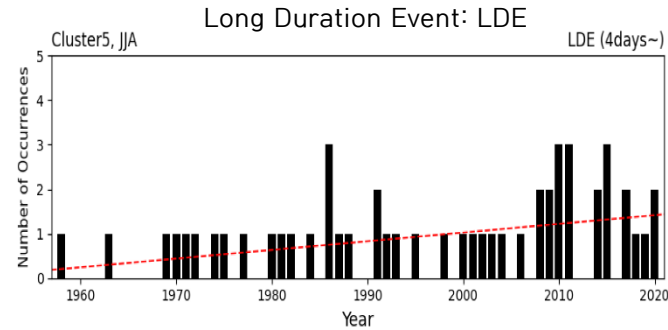
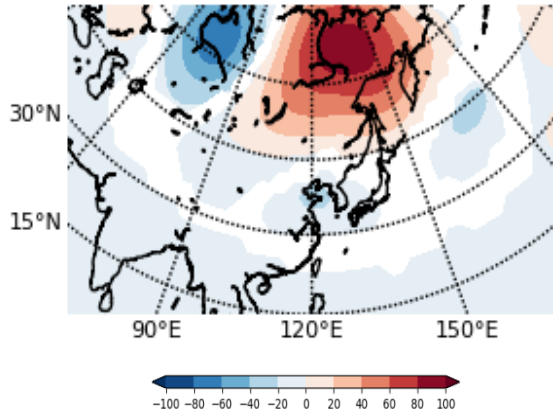
* 합성도: 통계적으로 유의한 부분(95%) 만 표시

• K-mean Clustering 대기 순환 특성 (여름철)

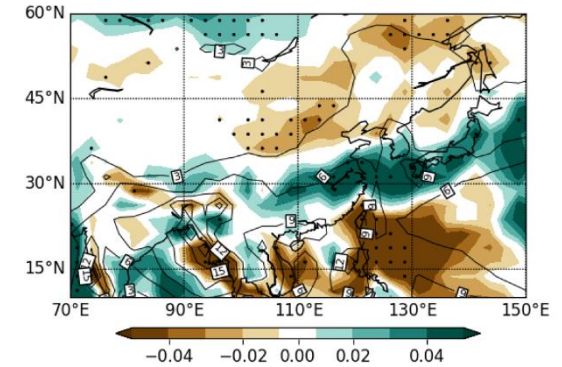
Cluster 5

Cluster5 (Ratio:586/5796)

0.52



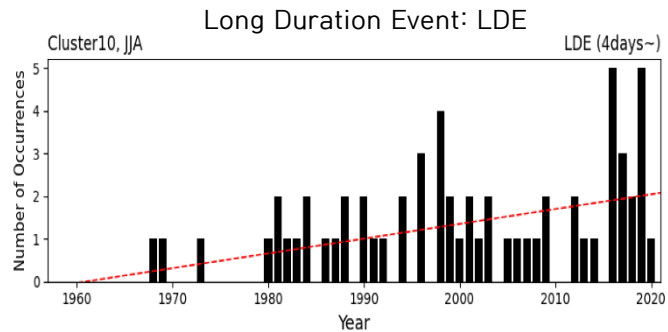
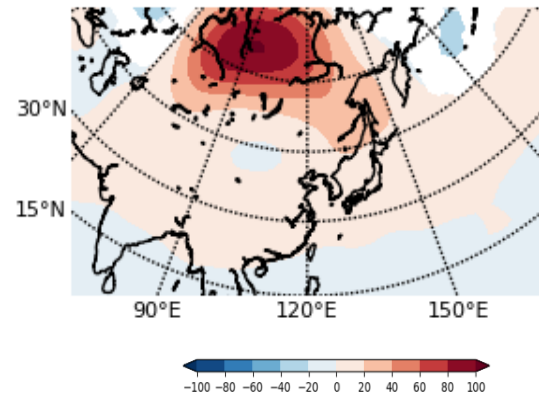
(b) PRCP vs. Cluster5



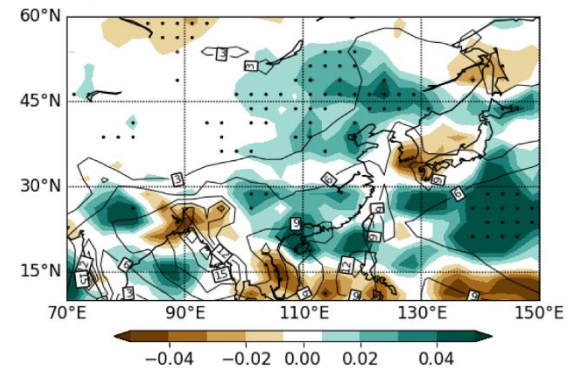
Cluster 10

Cluster10 (Ratio:594/5796)

0.52



(c) PRCP vs. Cluster10



● 결론

- 신 표준평년기간의 다양한 기상/기후변수 및 대기 순환의 평균상태는 북대서양/인도양/북극해 강제력이 크게 작용하는 시기
- 신 표준평년기간의 평균 대기순환 특성을 결정하는 다양한 강제력에 대한 이해가 필요
- 신 표준평년기간 자주 관측되는 대기순환 구조의 영향에 대한 이해 필요

감사합니다

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	계절 내 규모 예측의 이상기후 잠재적 예측성 평가
	영문	
연구개발과제명	국문	표준월년 변경에 따른 계절 내 기후 예측 변동 특성 분석
	영문	Analysis of the climate prediction characteristics on seasonal-to-subseasonal time scales due to the changes of climatological standard normal