

동남아시아 산불예측정보 서비스 사례 소개



2023년 7월 13일

예측운영과 기후예측팀
정임국

목록

1. 산불예측시스템 개요

- APCC 기후예측시스템 운영체계 및 일정
- 연구배경
- Fire and Haze Early Warning System (FHEWS)

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

- Materials
- 지역자료 생산 방법
- 산불 위험등급 구간정의 방법
- 오차보정방법
- 최적모델 선정방법

3. 산불예측서비스

- 산불예측서비스 생산방법
- 산불예측서비스 검증
- 산불예측서비스 개선
- 산불예측서비스 지역확장

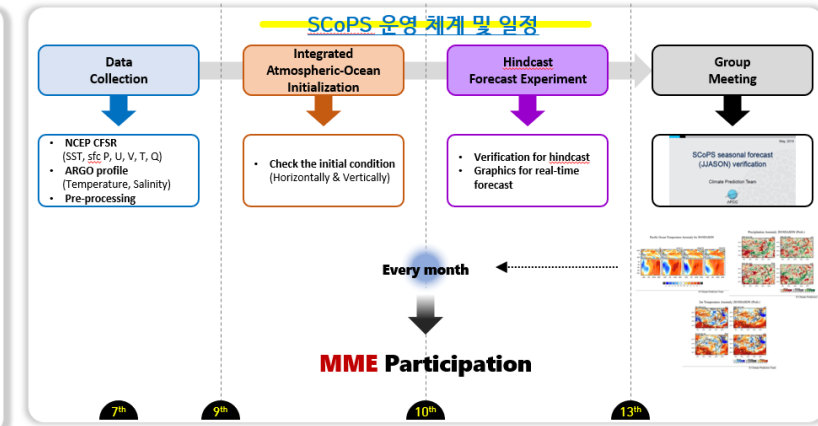
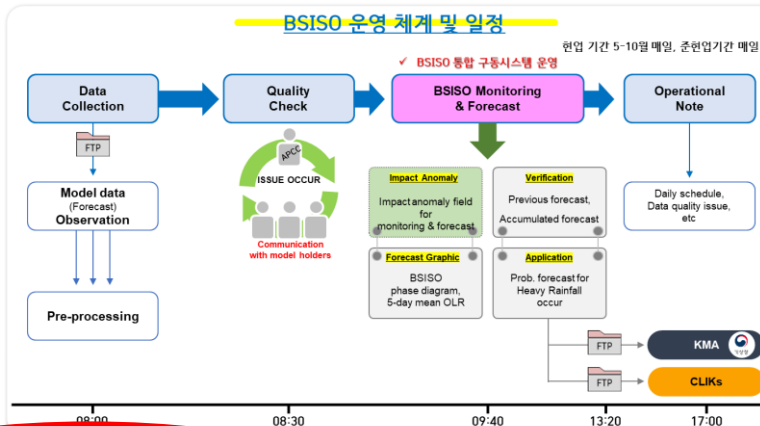
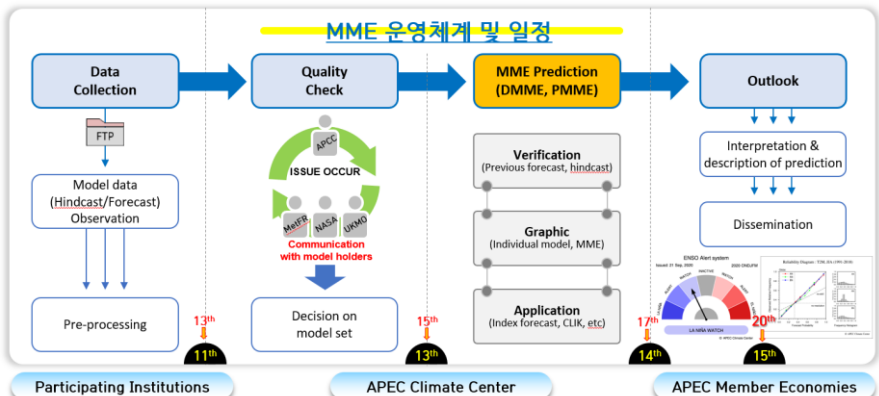
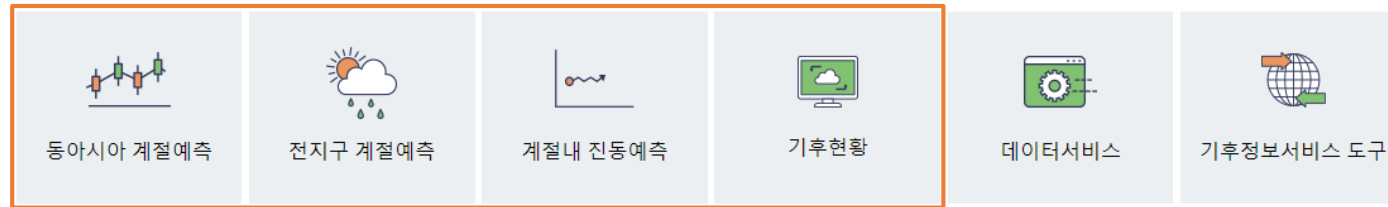
1. 산불예측시스템 개요

- APCC 기후예측시스템 운영체계 및 일정
- 연구배경
- Fire and Haze Early Warning System (FHEWS)

1. 산불예측시스템 개요

APCC 기후예측시스템 운영체계 및 일정

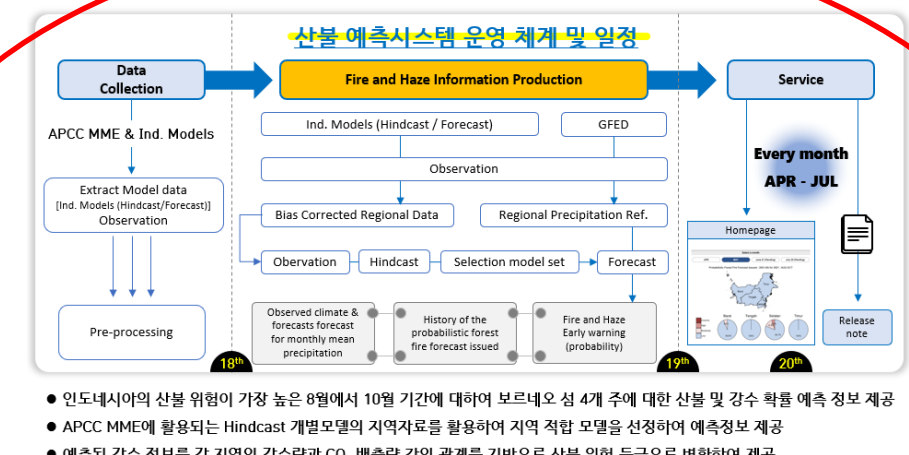
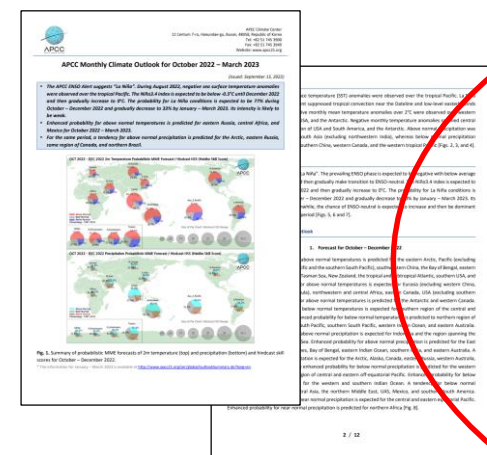
APCC 기후정보 서비스



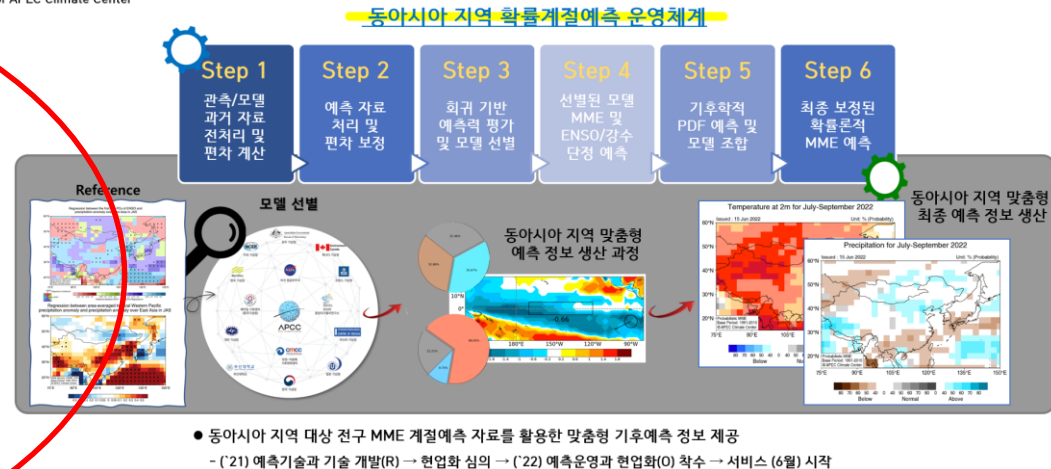
- MME 계절예측정보(1* & 2.5') 생산 및 현안 대응: 3/개월 예측정보, 기상청 등 협력 및 현안 대응, PCs 및 사용자 피드백
- MME 계절예측정보 제공(15일): 이메일 및 홈페이지를 통한 게시/배포, 구독자/사용자 피드백 수집

- 인도기상연구소에 실시간 Phase diagram, 기상청 기후예측과 실시간 예측정보 제공
- 베트남 기상청 BSISO 영향장 활용 및 ECMWF 뉴스레터 가용성 확보
- 국외 발표 1건 "Operation and Improvement of Boreal Summer Intraseasonal Oscillation of APEC Climate Center"

- APCC MME 참여모델



- 인도네시아의 산불 위험이 가장 높은 8월에서 10월 기간에 대하여 보르네오 섬 4개 주에 대한 산불 및 강수 확률 예측 정보 제공
- APCC MME에 활용되는 Hindcast 개별모델의 지역자료를 활용하여 지역 적합 모델을 선정하여 예측정보 제공
- 예측된 강수 정보를 각 지역의 강수량과 CO₂ 배출량 간의 관계를 기반으로 산불 위험 등급으로 변환하여 제공



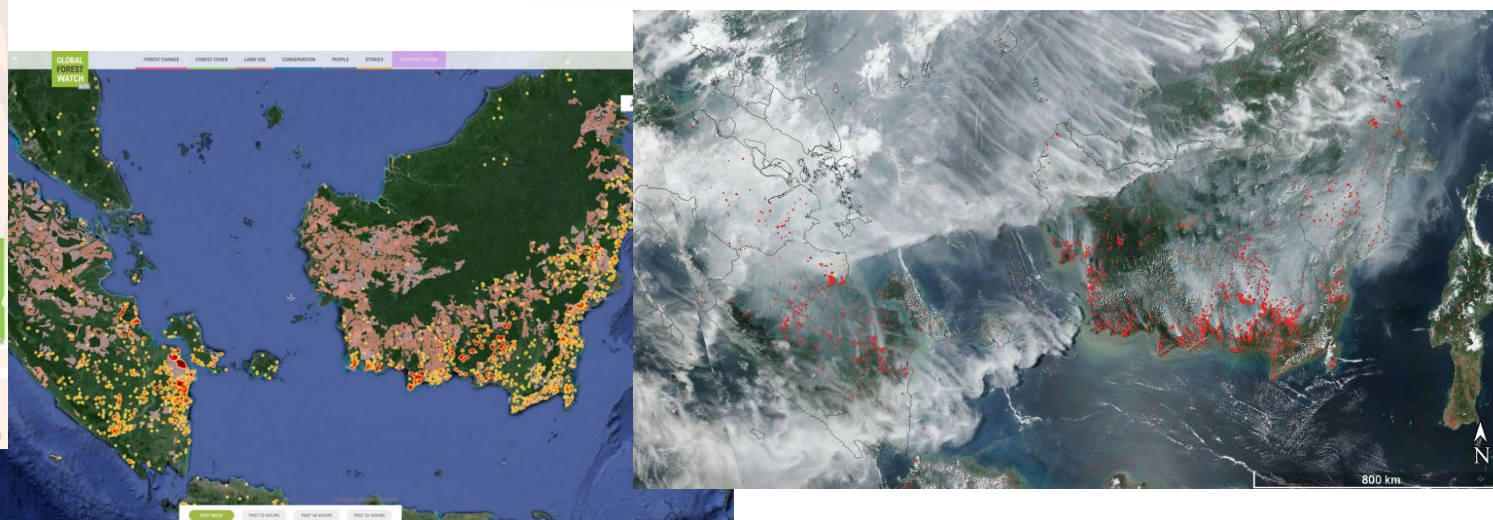
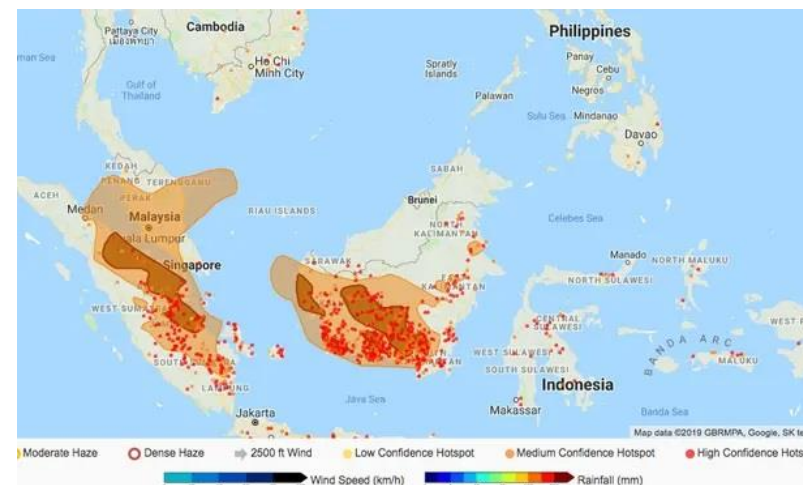
- 동아시아 지역 대상 전구 MME 계절예측 자료를 활용한 맞춤형 기후예측 정보 제공
- ('21) 예측기술과 기술 개발(R) → 현업화 심의 ('22) 예측운영과 현업화(O) 착수 → 서비스 (6월) 시작

1. 산불예측시스템 개요

연구배경

❖ Fire and Haze Early Warning System (FHEWS)

- 인도네시아의 화재 및 연무는 동남아시아에서의 가장 심각한 환경문제 중 하나로 피해를 완화하기 위한 조기 경보시스템에 대한 필요성이 지속적으로 제기
- APCC FHEWS는 APN Project를 통해 개발되어 2017년 부터 APCC 홈페이지를 통해 보르네오 섬 4개 지역에서의 산불 예측 정보를 제공하고 있음
- 예측운영과에서는 2017년 부터 보르네오 섬의 건기에 해당하는 8~10월 기간에 대한 가뭄상태를 예측하고 매년 4-7월 사이 매월 20일에 산불 발생 조기경보 제공



1. 산불예측시스템 개요

Fire and Haze Early Warning System (FHEWS)

1. Simple Bias Correction (SBC)

- 모델의 월 평균자료를 상세화 하는 직접 통계적 상세화 방법 방법
- 모델과 관측의 평균이 동일하게 보정하는 방법

2. Moving Window Regression (MWR)

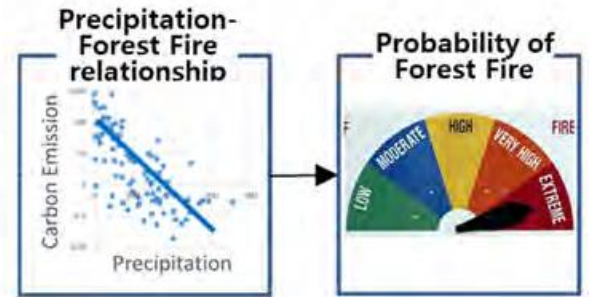
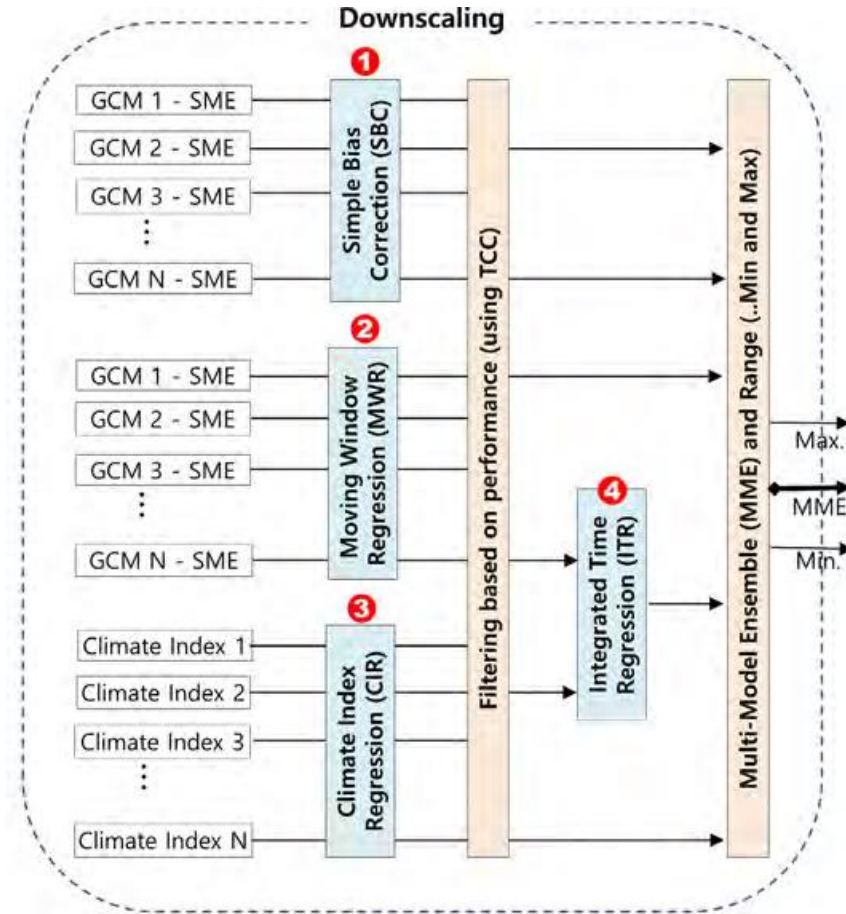
- 대상 지역의 변수를 직접 보정하는데 제한이 있는 경우 활용하는 간접 통계적 상세화 방법
- 해양 및 대기 변수를 예측변수로 높은 상관관계가 있는 경우 이를 활용하여 예측하는 방법

3. Climate Index Regression (CIR)

- 글로벌 기후 지수와 지역 대상 변수 사이에 높은 상관관계를 가지는 경우 사용하는 간접 통계적 상세화 방법
- MWR과 유사한 방법

4. Integrated Time Regression (ITR)

- MWR과 CIR 방법에서 각각 예측 및 관측 기반 예측 변수를 사용하는 간접 통계적 상세화 방법



1. 산불예측시스템 개요

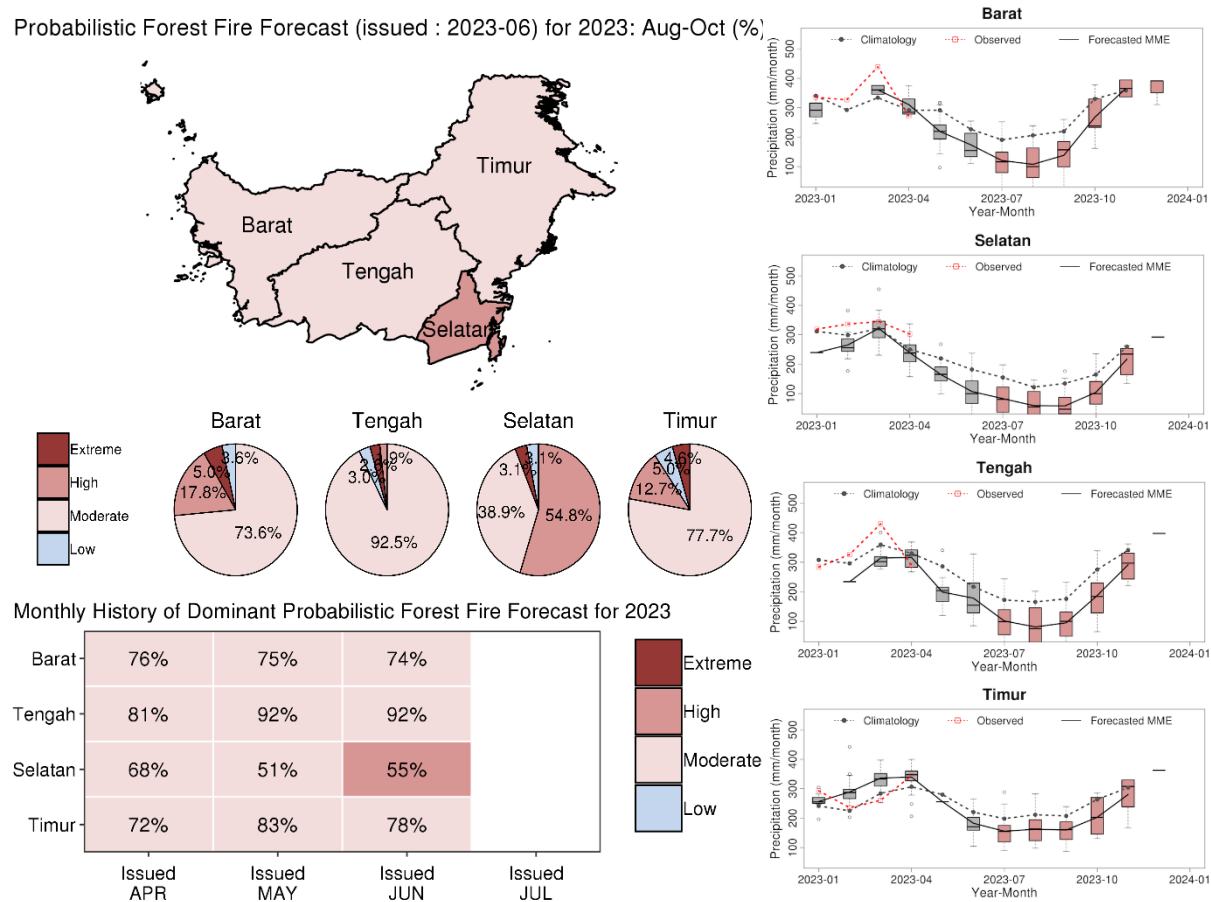
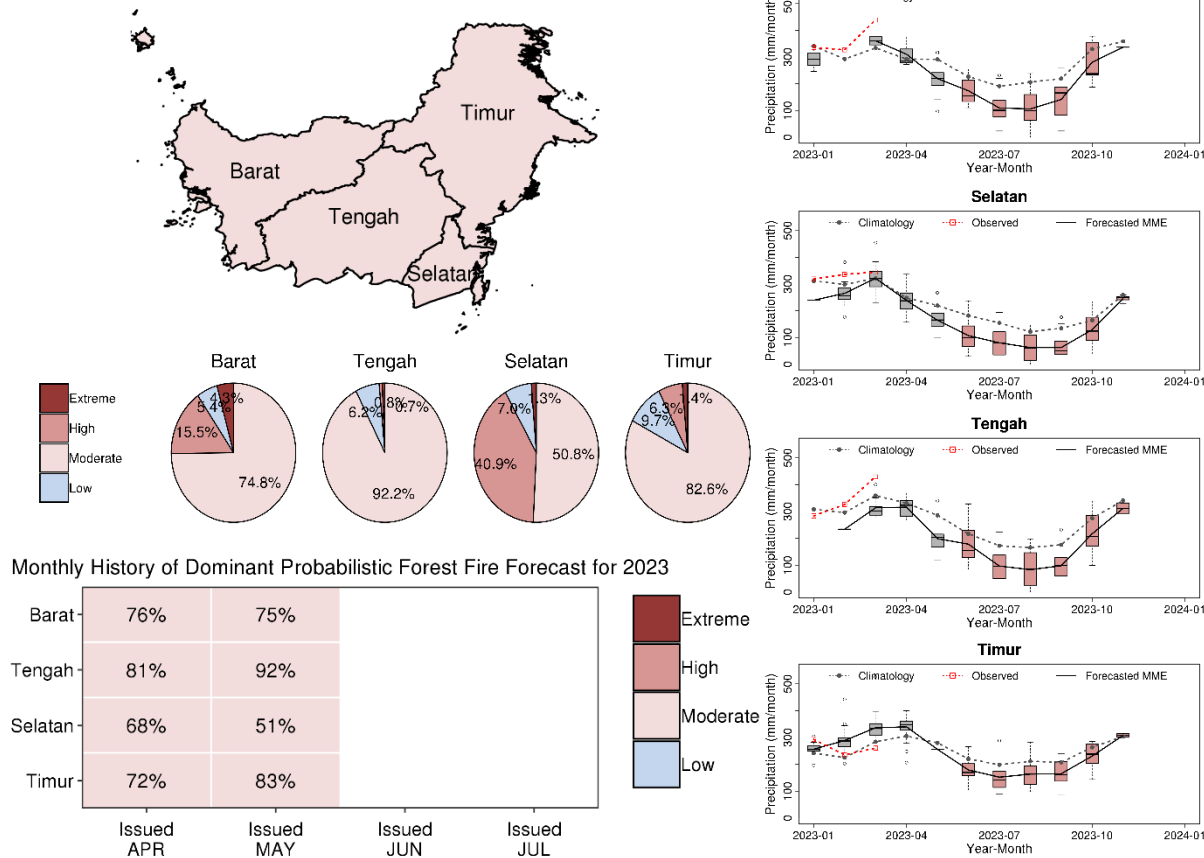
Fire and Haze Early Warning System (FHEWS)


2023년 5월 FHEWS 현업 운영결과

2023년 6월 FHEWS 현업 운영결과

Probabilistic Forest Fire Forecast (issued : 2023-05) for 2023: Aug-Oct (%)

Probabilistic Forest Fire Forecast (issued : 2023-06) for 2023: Aug-Oct (%)





2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

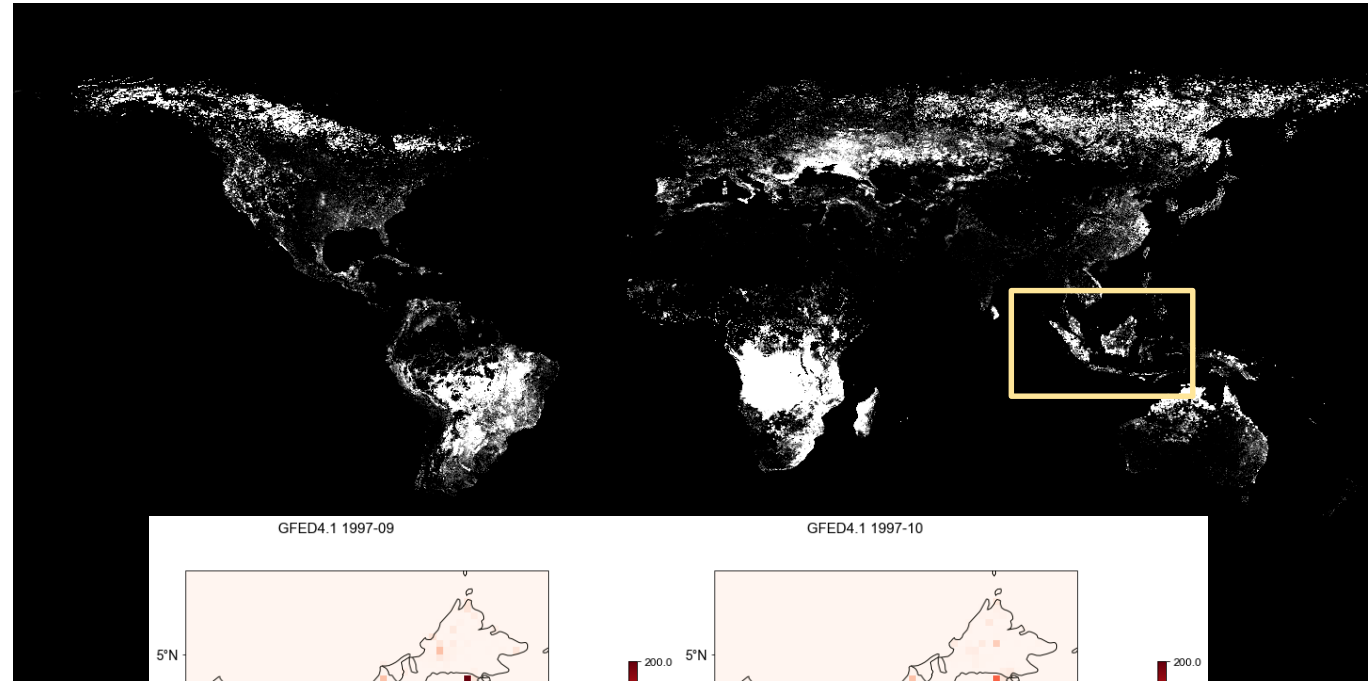
- Materials
- 지역자료 생산 방법
- 산불 위험 등급 구간 정의 방법
- 오차보정방법
- 최적모델 선정방법

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

Materials

Global Fire Emissions Database (GFED)

APCC Individual Models



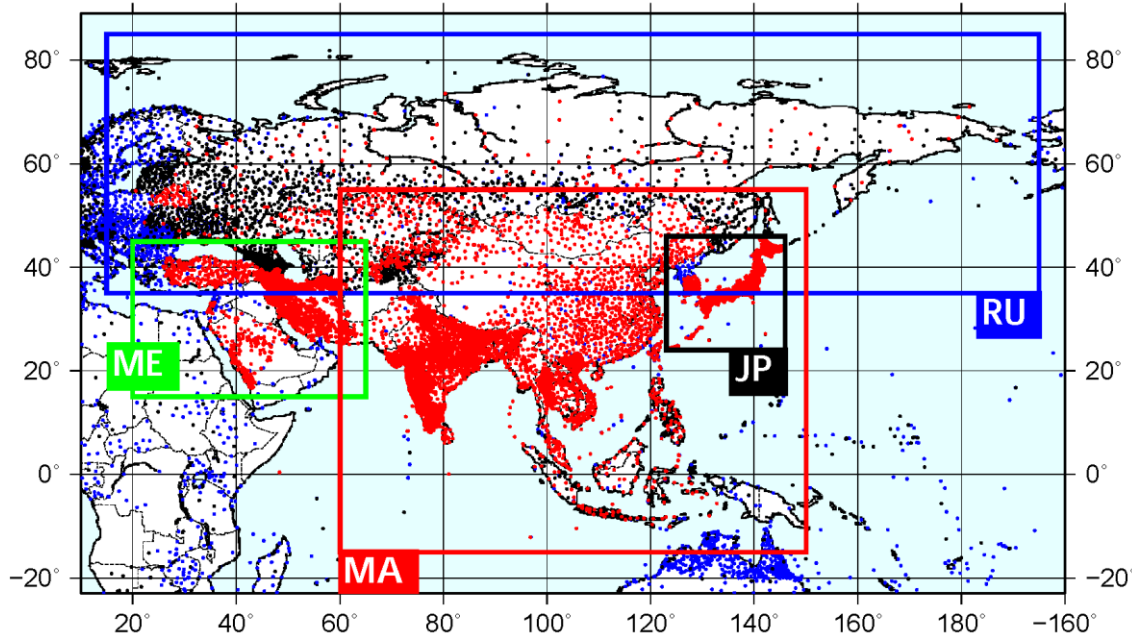
Name	Modeling Center	Ensemble (H/F)	Lead
SCoPS	APEC Climate Center	10/10	6
BCC_CSM1.1m	Beijing Climate Center	24/24	6
ACCESS-S2	Bureau of Meteorology	3/11	3
CMCC-SPS3.5	Centro Euro-Mediterraneo sui Cambiamenti Climatici	40/50	5
TCWB1Tv1.1	Taiwan Central Weather Bureau	30/30	6
CanSPISv2.1	Environment and Climate Change Canada	10/10	11
SL-AV	Hydrometeorological Research Center for Russia	11/41	3
MRI-CPS3	Japan Meteorology Agence	10/50	6
GloSea6GC3.2	Korea Meteorological Administration	28/84	6
Sys8	Meteo France	25/51	5
MGOAM-2	Voeikov Main Geophysical Observatory	6/10	3
GEOS-S2S-2.1	National Aeronautics and Space Administration	4/10	8
CFSv2	NCEP/NWS/NOAA	20/20	6
CGCM v2.0	Pusan National University	35/35	6
GloSea6	United Kingdom Meteorological Office	28/42	5

Table 1. List of dynamical seasonal prediction models used in this study

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

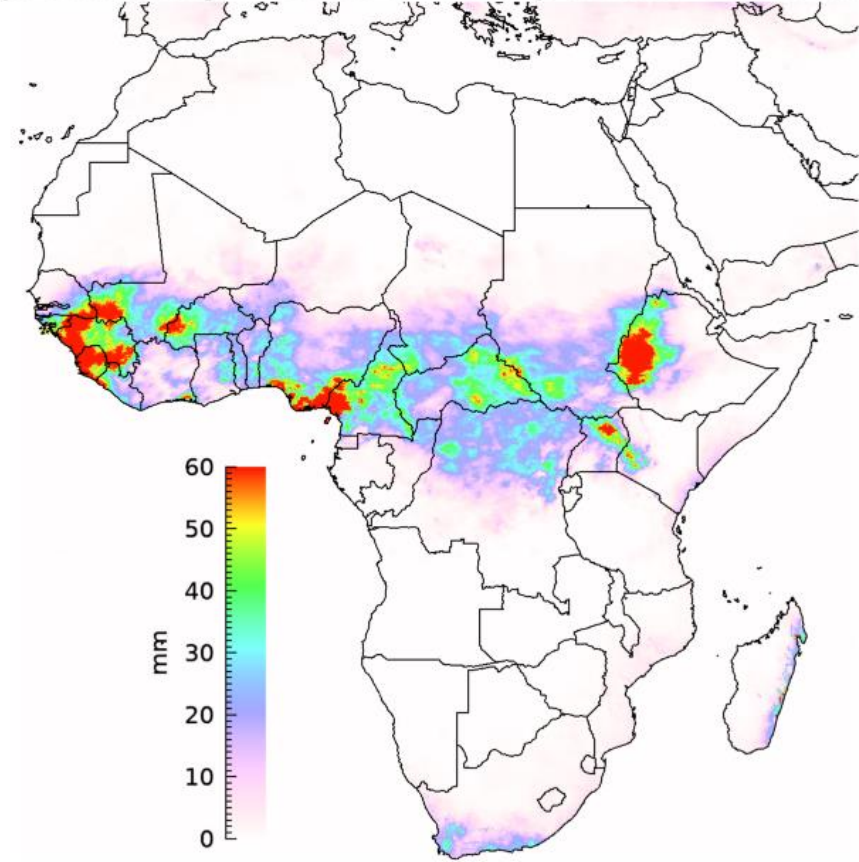
Materials

Aphrodite precipitation



- Aphrodite
 - Period : 1951-2007 Resolution : 0.25 degree
- CHIRPS
 - Period : 1981-near present Resolution : 0.25, 0.05 degree

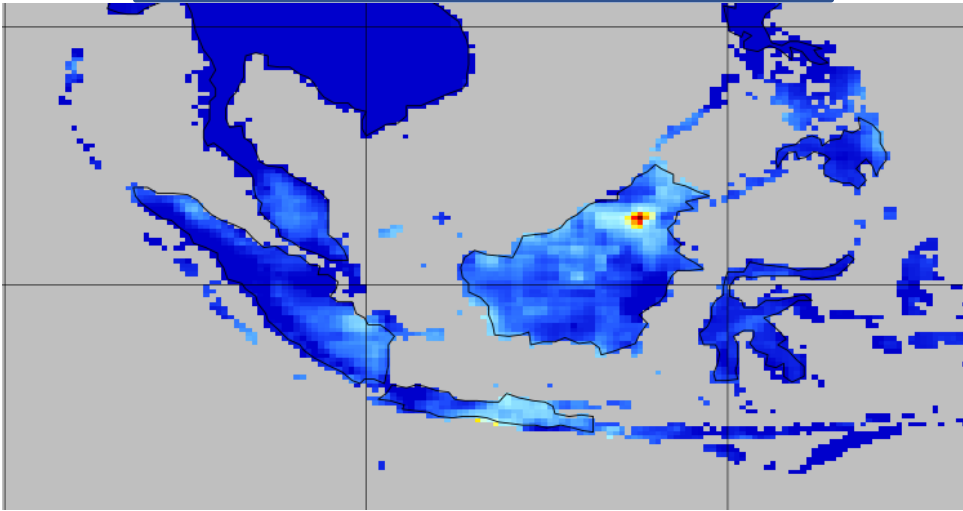
CHIRPS : Rainfall Estimates from Rain Gauge and Satellite Observations
preliminary CHIRPS v2.0 pentad 2023.06.6



2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

지역자료 생산 방법

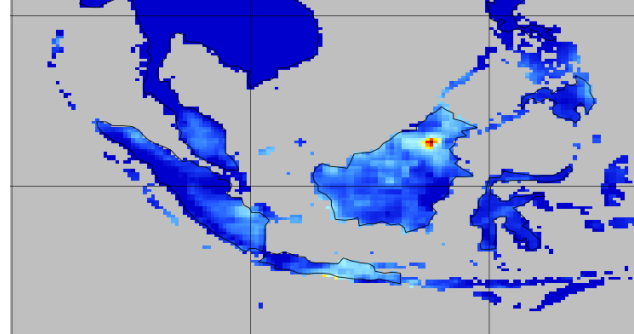
격자형 입력자료 호출



지형자료를 활용한 지역자료 추출

	A	B	C	D	E
1	yearmon	barat	selatan	tengah	timur
2	Jan-91	12.81416	11.75677	10.85473	6.202879
3	Feb-91	8.003197	11.33536	9.487244	6.177371
4	Mar-91	11.26334	11.55542	14.32821	6.918832
5	Apr-91	9.570441	8.7153	10.30853	9.026344
6	May-91	12.59017	7.677867	10.23569	10.36439
7	Jun-91	6.617299	2.144651	4.170268	4.395028
8	Jul-91	3.347938	0.988346	2.204111	4.059961
9	Aug-91	3.102353	0.85906	1.996414	6.845989
10	Sep-91	3.585896	1.79566	2.390248	4.541268
11	Oct-91	6.919365	1.919708	4.577429	6.085341
12	Nov-91	12.09191	7.722428	10.94439	9.58856
13	Dec-91	16.57638	10.98245	14.18537	8.764681
14	Jan-92	12.62744	8.046158	10.24984	3.903976
15	Feb-92	12.59677	7.648364	10.96634	3.648666
16	Mar-92	12.0054	8.530353	10.72658	5.427694
17	Apr-92	8.478613	6.630201	9.491776	5.154946
18	May-92	10.12239	7.049512	10.00392	7.543307
19	Jun-92	6.006454	4.360582	4.736536	5.951292
20	Jul-92	6.287279	4.042204	5.067277	5.428862
21	Aug-92	6.13502	3.593188	5.232185	6.303085
22	Sep-92	9.001869	7.726097	8.978926	8.418832
23	Oct-92	10.66866	5.0618	9.728438	11.31133
24	Nov-92	11.78579	7.290359	11.98501	10.22279
25	Dec-92	14.07657	11.02384	13.24563	10.0069
26	Jan-93	11.35512	7.551913	7.554719	4.31206
27	Feb-93	6.652509	11.29476	9.096833	6.137234

R : extract



- R의 raster 패키지에 있는 extract 함수를 활용함
- extract는 공간 데이터에서 특정 지리적 위치에 해당하는 값을 추출하는 데 사용되는 함수

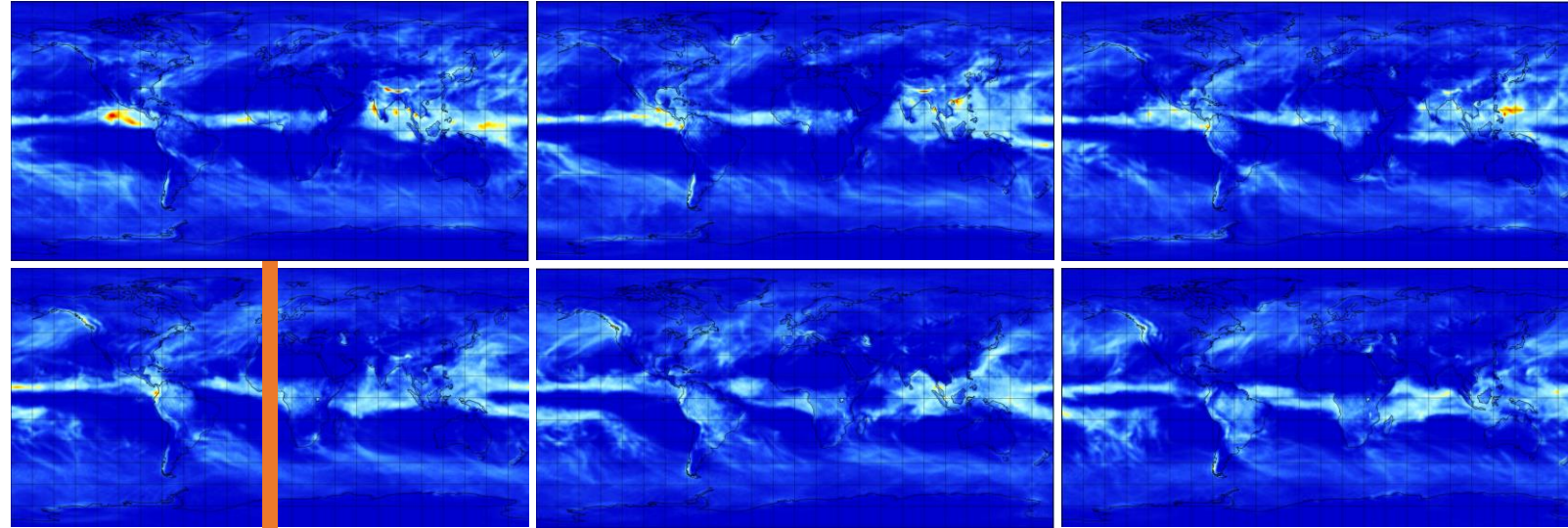
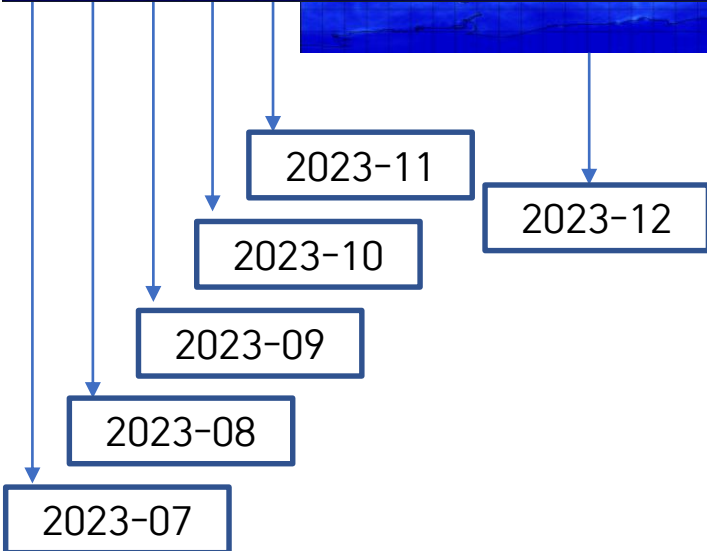
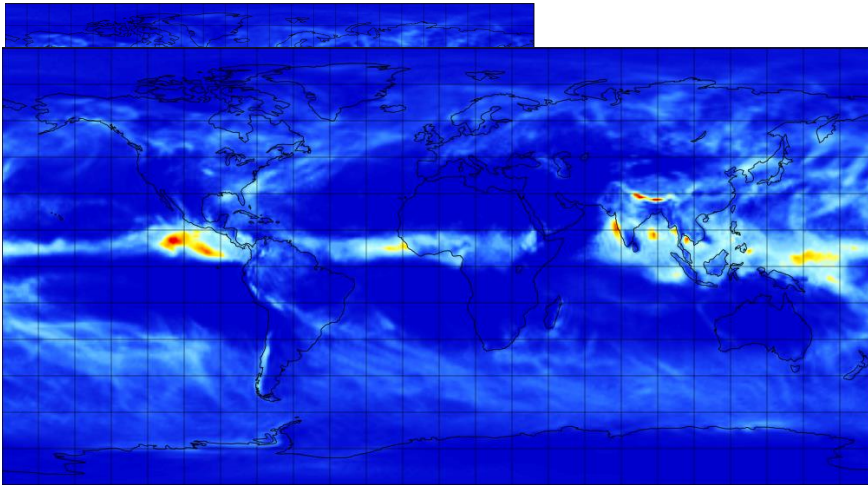
Extract(raster, shapefile, fun, weights, small)

- Fun : 평균을 통해 지역평균 자료를 추출
- Weights : Weight 옵션을 통해 shape file에 존재하는 격자 비율을 적용한 결과값을 산출 할 수 있음
- Small : raster의 크기보다 작은 다각형이나 모양이 이상하더라도 반영 가능

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

지역자료 생산 방법

APCC SCOPS (2023 JUN)



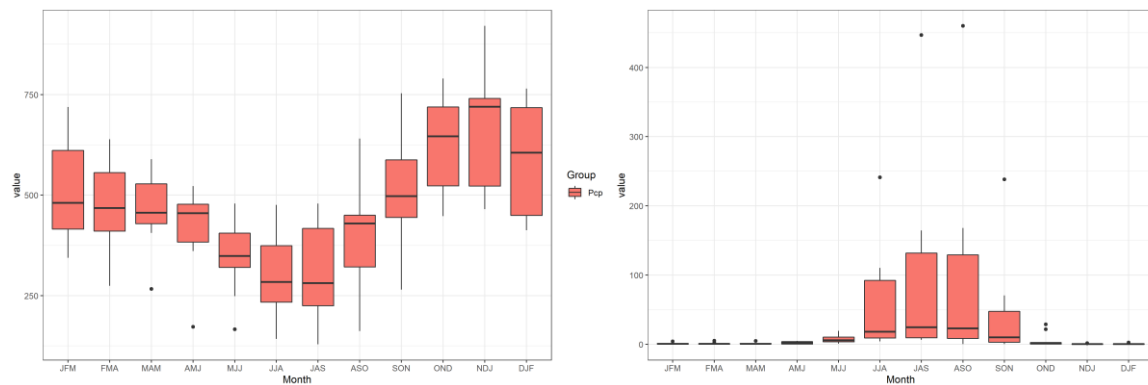
Barat Selatan Tengah Timur

Barat		Selatan		Tengah		Timur		
A	B	A	B	A	B	A	B	
1	yearmon	prec	1	yearmon	prec	1	yearmon	prec
2	Jan-91	4.957846	2	Jan-91	7.009796	2	Jan-91	5.266417
3	Feb-91	4.471408	3	Feb-91	5.890932	3	Feb-91	5.710006
4	Mar-91	5.98437	4	Mar-91	4.539102	4	Mar-91	4.988229
5	Apr-91	9.474049	5	Apr-91	7.689464	5	Apr-91	8.953131
6	May-91	8.282213	6	May-91	4.674639	6	May-91	6.294786
7	Jun-91	NA	7	Jun-91	NA	7	Jun-91	NA
8	Jul-91	NA	8	Jul-91	NA	8	Jul-91	NA
9	Aug-91	NA	9	Aug-91	NA	9	Aug-91	NA
10	Sep-91	NA	10	Sep-91	NA	10	Sep-91	NA
11	Oct-91	NA	11	Oct-91	NA	11	Oct-91	NA
12	Nov-91	NA	12	Nov-91	NA	12	Nov-91	NA
13	Dec-91	NA	13	Dec-91	NA	13	Dec-91	NA
14	Jan-92	7.237587	14	Jan-92	5.966308	14	Jan-92	6.531544
15	Feb-92	6.053659	15	Feb-92	6.155877	15	Feb-92	6.828894
16	Mar-92	7.917441	16	Mar-92	5.703228	16	Mar-92	6.709853
17	Apr-92	10.19515	17	Apr-92	7.084125	17	Apr-92	9.000022
18	May-92	7.297585	18	May-92	4.244257	18	May-92	5.367814
18	May-92	5.651699						

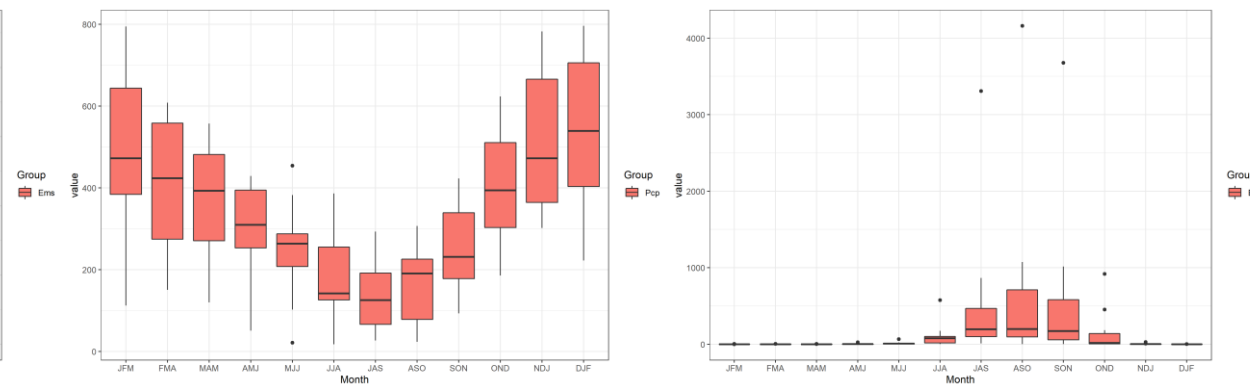
2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

지역 특성 파악

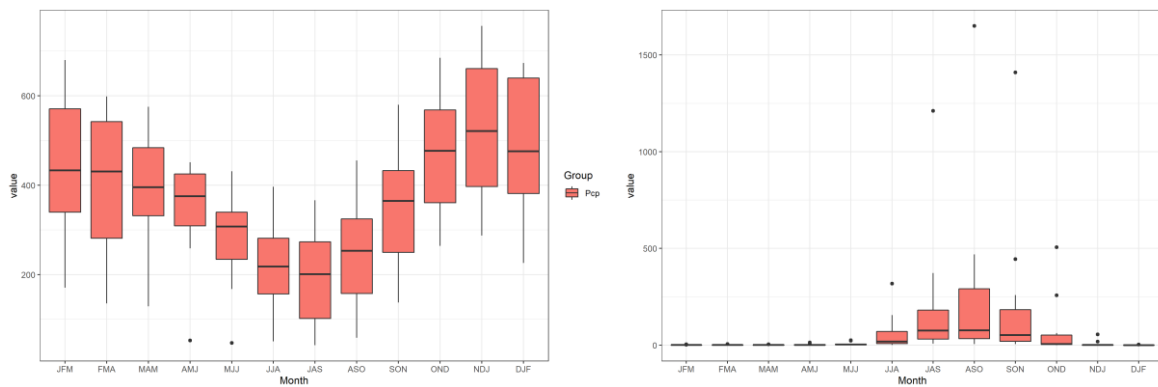
Barat



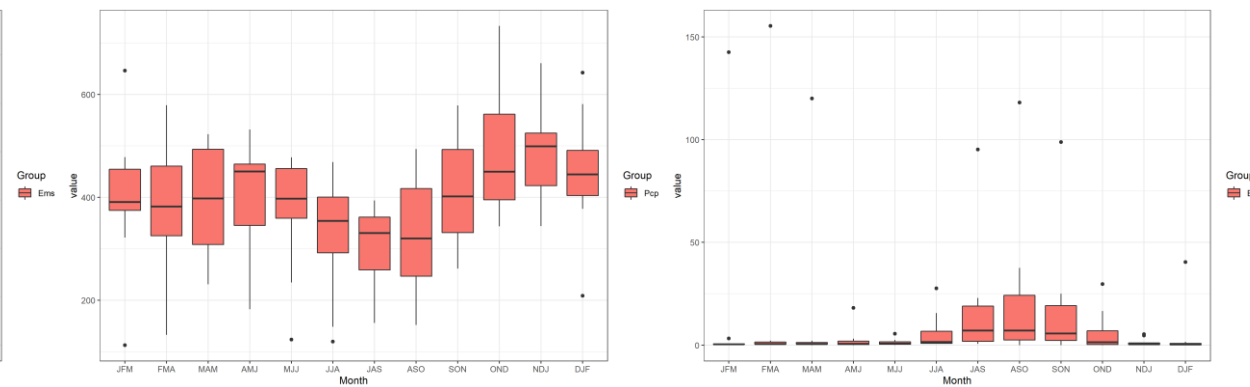
Selatan



Tengah

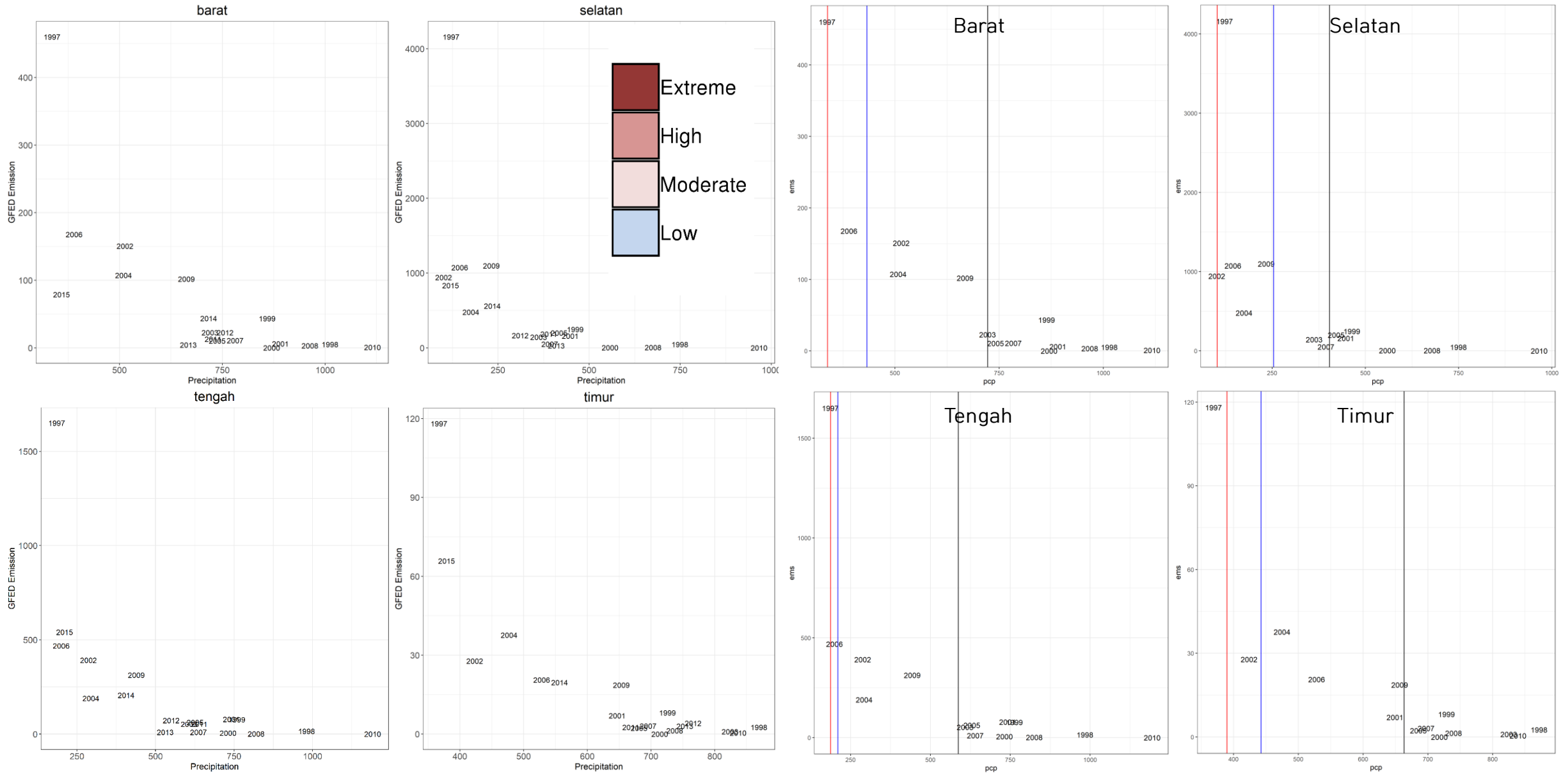


Timur



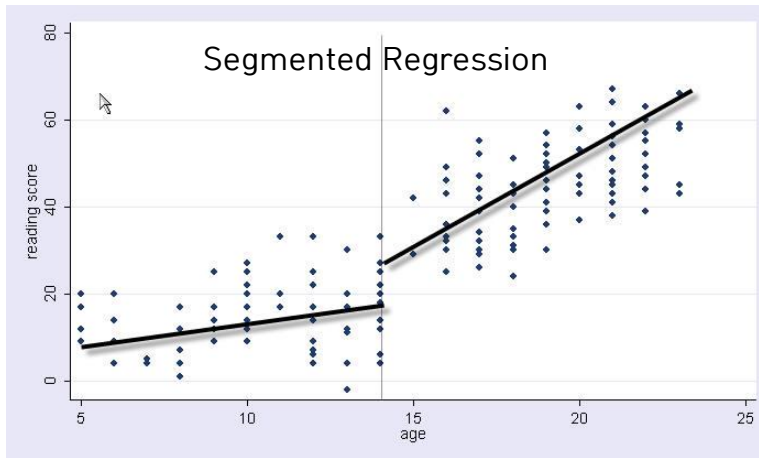
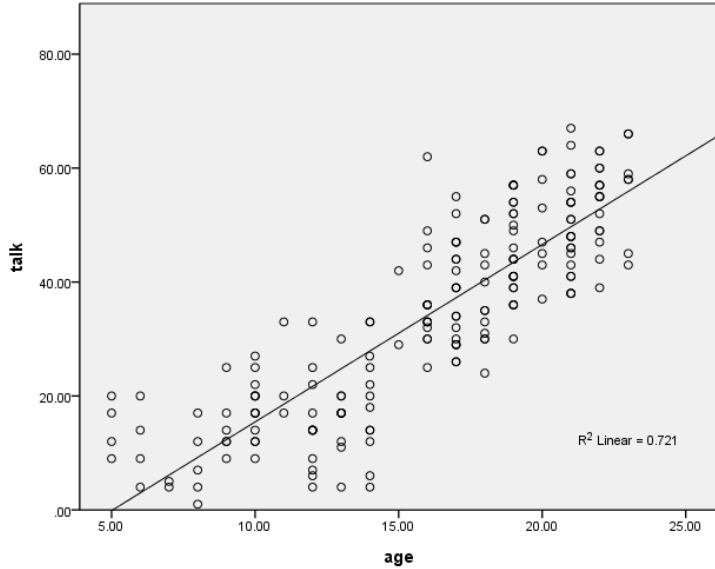
2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

산불 위험등급 구간정의 방법



2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

산불 위험등급 구간정의 방법



- 단절 시계열 (Segmented Regression)은 종속 변수와 한 개 이상의 독립 변수 간의 관계가 전체 독립 변수 범위에서 선형적이지 않을 때 사용되는 통계적 모델
- 구간별로 절단점을 식별하여 각 구간에 대해 다른 선형 회귀 모델을 적합
- 절단점은 데이터 패턴의 시각적 검사, 통계적 검정 또는 알고리즘과 같은 다양한 방법을 사용하여 분할 회귀분석 모델의 적합도를 최적화 하는 과정을 통해 결정

$$Y = \beta_0 + \beta_{11}X_1 + \beta_{12}X_2 + \dots + \beta_{1k}X_k \text{ (구간1)}$$

$$Y = \beta_0 + \beta_{21}X_1 + \beta_{22}X_2 + \dots + \beta_{2k}X_k \text{ (구간2)}$$

...

$$Y = \beta_0 + \beta_{n1}X_1 + \beta_{n2}X_2 + \dots + \beta_{nk}X_k \text{ (구간n)}$$

- Y는 종속변수, X는 독립변수, β 는 회귀 계수

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

오차보정방법

❖ 평균 매칭 (Mean Bias Correction)

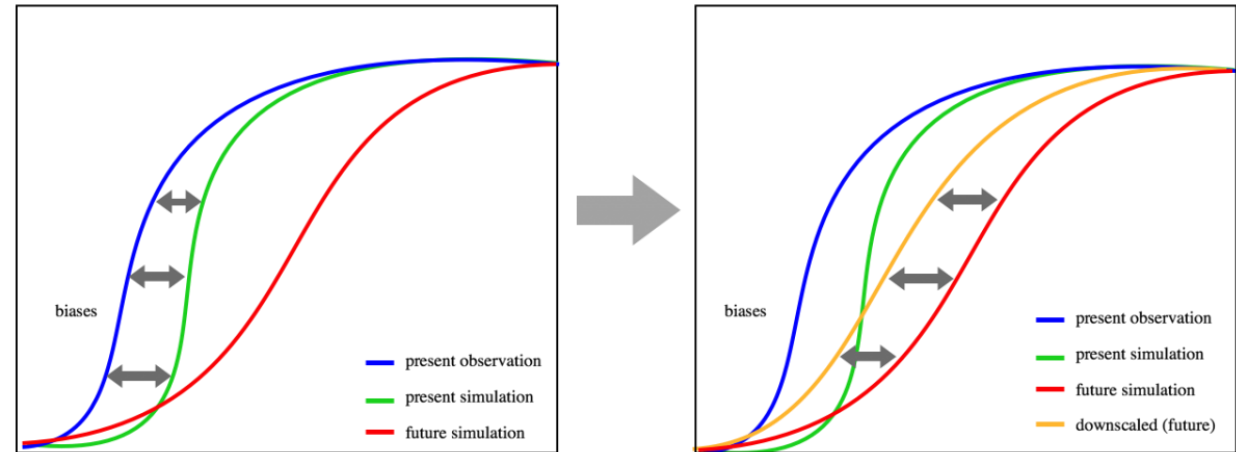
- 이 방법은 기후모델 자료의 평균을 관측된 자료의 평균과 일치시키는 방법
- 기후모델 자료에서 평균 오차를 계산하고, 이를 관측된 강수량에 더하거나, 빼거나, 비율계산을 통해 보정된 자료를 얻을 수 있다.
- 전반적인 평균은 보정하는데 매우 유용함

❖ 회귀 기반 보정 (Regression-based Correction)

- 이 방법은 기후모델 자료와 관측된 자료의 선형 회귀 모델을 구축하여 오차를 보정하는 방법
- 기후모델과 관측자료 간의 상관관계를 파악하고, 회귀 모델을 통해 기후모델의 자료를 보정해주는 방법
- 이 방법은 관측된 자료와의 관계를 고려해서 오차를 보정하는데 유용함

❖ 분위수 매칭 (Quantile Mapping)

- 이 방법은 기후모델 자료와 관측된 자료 간의 분위수 간격을 맞춰주는 방법
- 기후모델의 자료와 관측된 자료의 분위수를 비교하여, 분위수 간의 차이를 보정하는 함수를 활용하여 이를 보정한다
- 이 방법은 분포적인 특성을 고려해서 오차를 보정하는데 유용함



2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

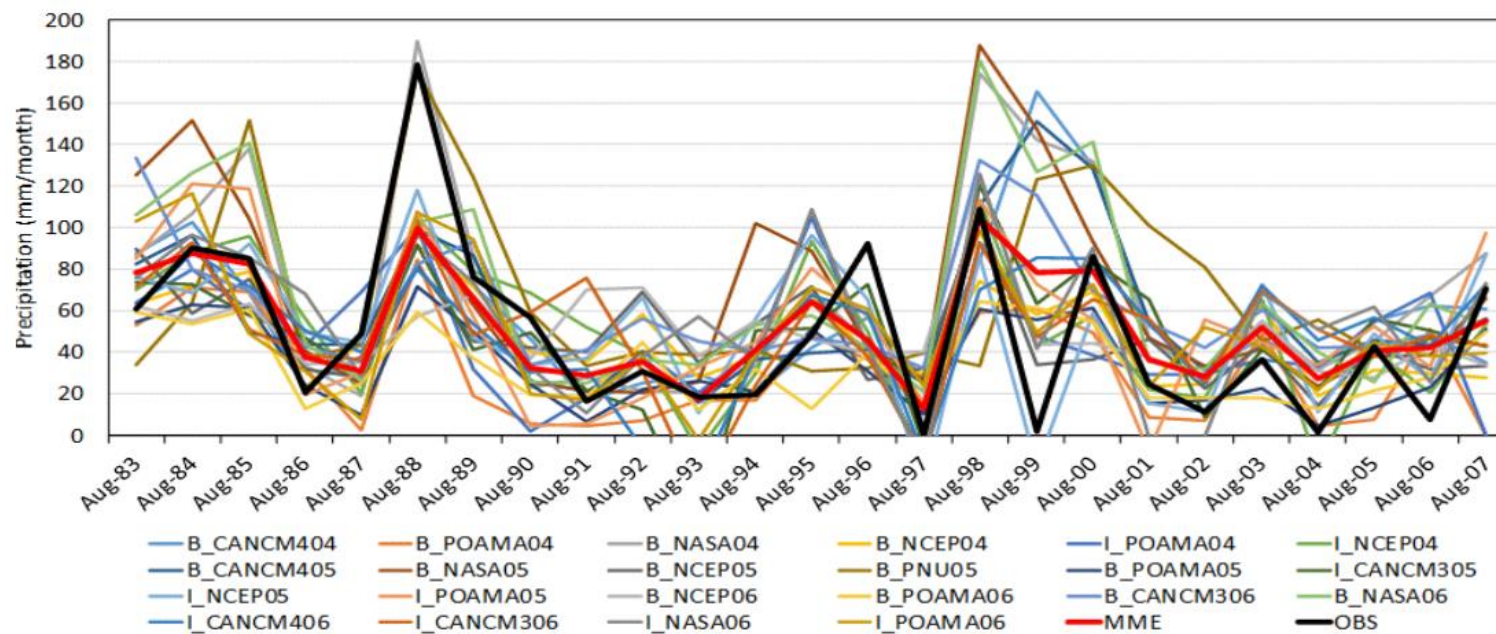
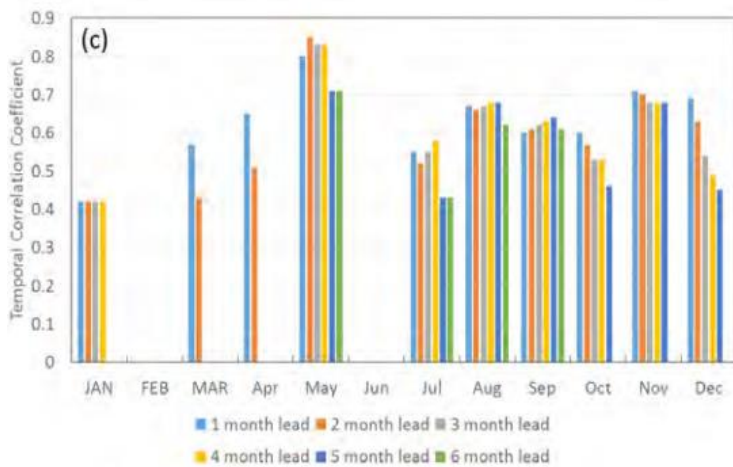
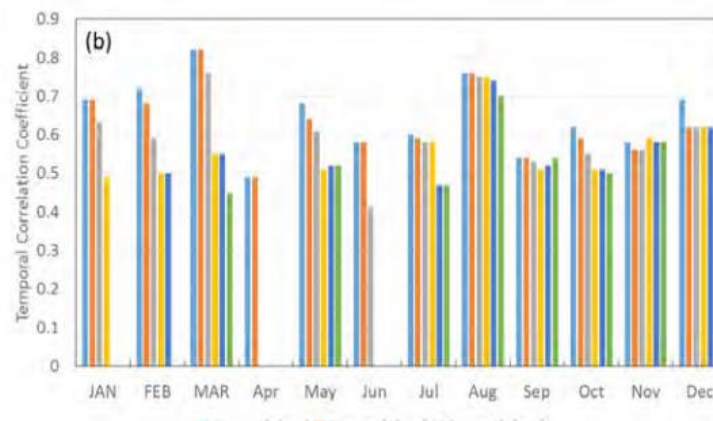
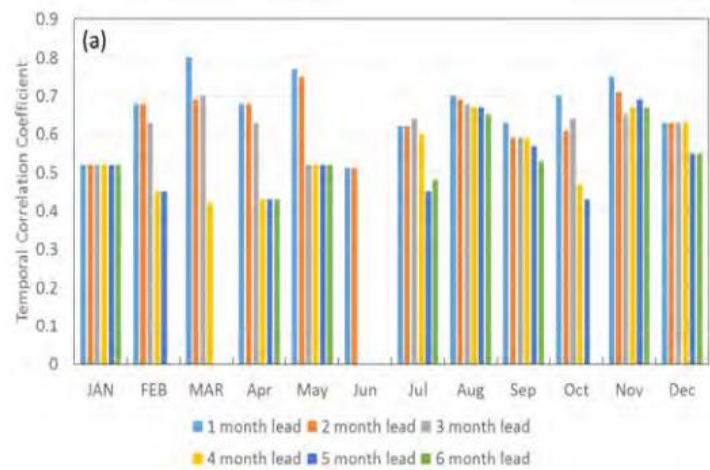
최적모델 선정방법

Month	REGION	1 MONTH	2 MONTH	3 MONTH	4 MONTH	5 MONTH	6 MONTH
JAN	Barat	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52	0.52
	Selatan	0.69	0.69	0.63	0.49		
	Tengah	0.42	0.42	0.42	0.42		
	Timur	0.75	0.72	0.69	0.59	0.56	0.56
FEB	Barat	0.68	0.68	0.63	0.45	0.45	
	Selatan	0.72	0.68	0.59	0.5	0.5	
	Tengah						
	Timur	0.71	0.68	0.62	0.63	0.62	0.63
MAR	Barat	0.8	0.69	0.7	0.42		
	Selatan	0.82	0.82	0.76	0.55	0.55	0.45
	Tengah	0.57	0.43				
	Timur	0.68	0.69	0.67	0.59	0.57	0.55
APR	Barat	0.68	0.68	0.63	0.43	0.43	0.43
	Selatan	0.49	0.49				
	Tengah	0.65	0.51				
	Timur	0.74	0.72	0.72	0.69	0.69	0.62
MAY	Barat	0.77	0.75	0.52	0.52	0.52	0.52
	Selatan	0.68	0.64	0.61	0.51	0.52	0.52
	Tengah	0.8	0.85	0.83	0.83	0.71	0.71
	Timur	0.65	0.67	0.72	0.72	0.57	
JUN	Barat	0.51	0.51				
	Selatan	0.58	0.58	0.41			
	Tengah						
	Timur	0.81	0.81	0.69	0.52	0.52	

Month	REGION	1 MONTH	2 MONTH	3 MONTH	4 MONTH	5 MONTH	6 MONTH
JUL	Barat	0.62	0.62	0.64	0.6	0.45	0.48
	Selatan	0.6	0.59	0.58	0.58	0.47	0.47
	Tengah	0.55	0.52	0.55	0.58	0.43	0.43
	Timur	0.53	0.53	0.54	0.56	0.52	
AUG	Barat	0.7	0.69	0.68	0.67	0.67	0.65
	Selatan	0.76	0.76	0.75	0.75	0.74	0.7
	Tengah	0.67	0.66	0.67	0.68	0.68	0.62
	Timur	0.57	0.56	0.55	0.54	0.49	
SEP	Barat	0.63	0.59	0.59	0.59	0.57	0.53
	Selatan	0.54	0.54	0.53	0.51	0.52	0.54
	Tengah	0.6	0.61	0.62	0.63	0.64	0.61
	Timur	0.66	0.64	0.63	0.61	0.58	0.57
OCT	Barat	0.7	0.61	0.64	0.47	0.43	
	Selatan	0.62	0.59	0.55	0.51	0.51	0.5
	Tengah	0.6	0.57	0.53	0.53	0.46	
	Timur	0.58	0.57	0.51	0.45		
NOV	Barat	0.75	0.71	0.65	0.67	0.69	0.67
	Selatan	0.58	0.56	0.56	0.59	0.58	0.58
	Tengah	0.71	0.7	0.68	0.68	0.68	
	Timur	0.68	0.5	0.5	0.5		
DEC	Barat	0.63	0.63	0.63	0.63	0.55	0.55
	Selatan	0.69	0.62	0.62	0.62	0.62	
	Tengah	0.69	0.63	0.54	0.49	0.45	
	Timur	0.63	0.63				

2. 산불예측시스템 내부 자료 및 기법

최적모델 선정방법

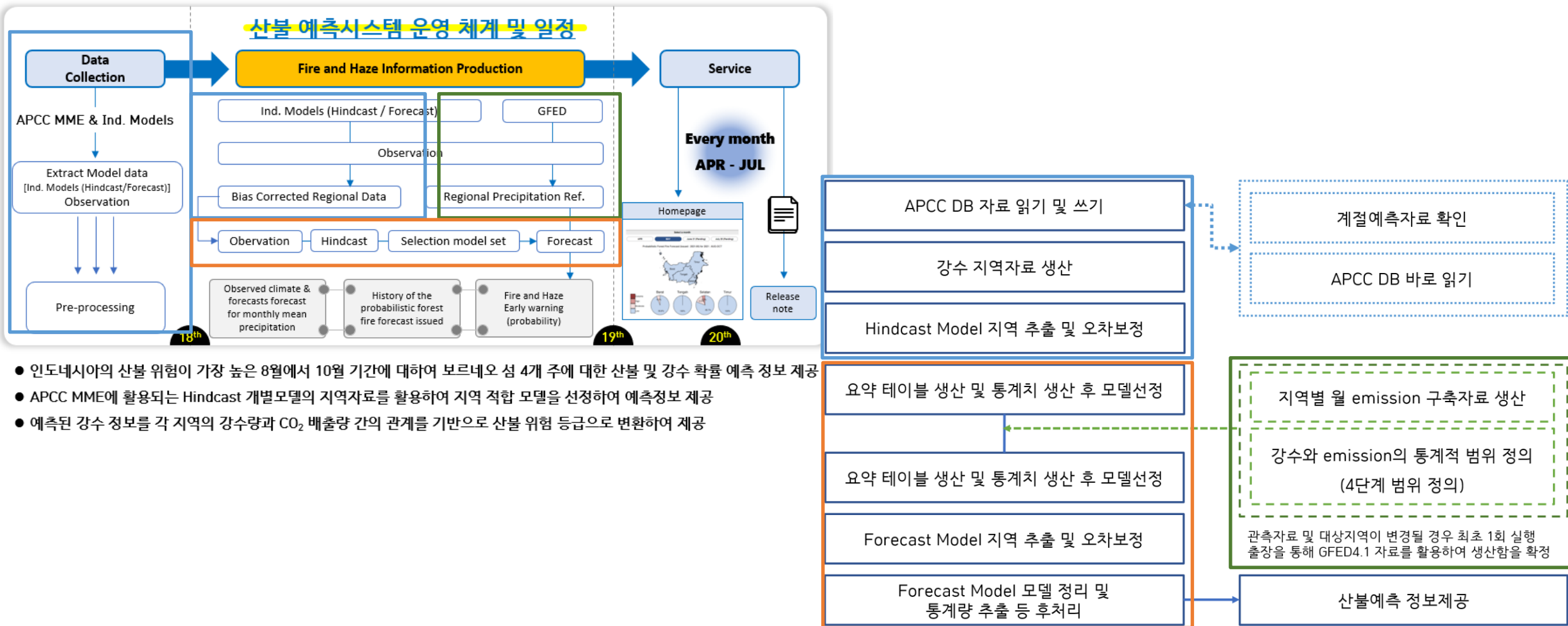


3. 산불예측서비스

- 산불예측서비스 생산방법
- 산불예측서비스 검증
- 산불예측서비스 개선
- 산불예측서비스 지역확장

3. 산불예측서비스

산불예측서비스 생산방법



- 인도네시아의 산불 위험이 가장 높은 8월에서 10월 기간에 대하여 보르네오 섬 4개 주에 대한 산불 및 강수 확률 예측 정보 제공
- APCC MME에 활용되는 Hindcast 개별모델의 지역자료를 활용하여 지역 적합 모델을 선정하여 예측정보 제공
- 예측된 강수 정보를 각 지역의 강수량과 CO₂ 배출량 간의 관계를 기반으로 산불 위험 등급으로 변환하여 제공

3. 산불예측서비스

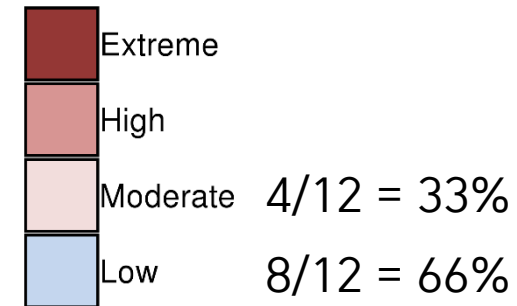
산불예측서비스 생산방법

	AUG	SEP	OCT
Model A(LT4)	187.9		
Model B(LT4)	221.7		
Model B(LT5)		237.0	
Model C(LT4)	75.3		
Model D(LT6)			350.5
Model E(LT5)		224.2	
Model E(LT6)			377.5

All case : 3 x 2 x 2 = 12

PRCP	
<372	Extreme
372<=High<565	High
565<=Moderate<720	Moderate
720<=Low	Low

계산방법	
1. 187.9+237.0+350.5 = 775.4	7. 221.7+224.2+350.5 = 796.4
2. 187.9+237.0+377.5 = 802.4	8. 221.7+224.2+377.5 = 823.4
3. 187.9+224.2+350.5 = 762.6	9. 75.3+237.0+350.5 = 662.8
4. 187.9+224.2+377.5 = 789.6	10. 75.3+237.0+377.5 = 689.8
5. 221.7+237.0+350.5 = 809.2	11. 75.3+224.2+350.5 = 650.0
6. 221.7+237.0+377.5 = 836.2	12. 75.3+224.2+377.5 = 677



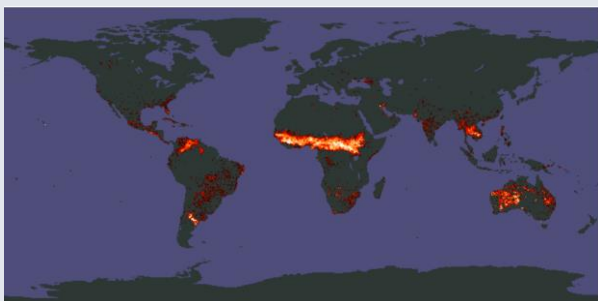
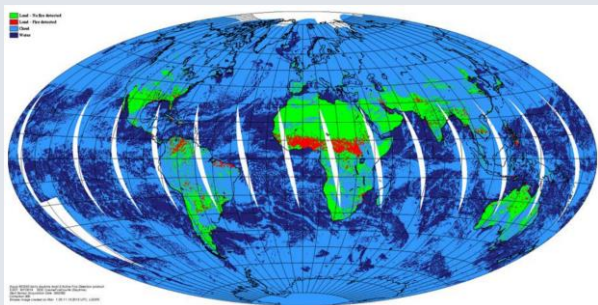
3. 산불예측서비스

산불예측서비스 검증

❖ 인도네시아 산불예측 결과 검토

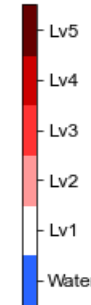
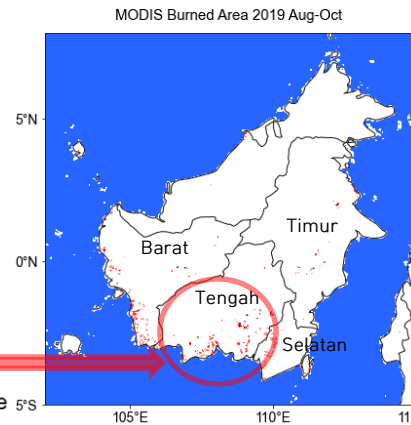
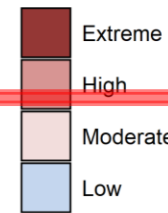
비교자료 (MODIS)

- MODIS Collection 6.1 Active Fire Product
- Spatial resolution : 500m
- Temporal resolution : Monthly
- Level 3 Monthly Tiled Product



Monthly History of Probabilistic Forest Fire Forecast for 2019

Barat	100%	91%	93%	93%
Tengah	67%	77%	85%	85%
Selatan	57%	96%	98%	98%
Timur	100%	100%	85%	85%
	Issued APR	Issued MAY	Issued JUN	Issued JUL



Burned Data 생산 과정

```
import gdal
import numpy as np

in_file = "MCD64A1.A2006244.h31v10.006.2016091211913.hdf"
hdf_handle = gdal.Open(in_file)

# Print a list of all of the datasets within the hdf file
sds_list = hdf_handle.GetSubDatasets()
for sds in sds_list:
    print(sds)

# Open a subdataset "M" as an array with sds_list[N][0], values of N are:
# 0 = 'Burn Date', 1 = 'Burn Date Uncertainty', 2 = 'QA',
# 3 = 'First Day', 4 = 'Last Day'
burndate_handle = gdal.Open(sds_list[0][0])
burndate_data = burndate_handle.ReadAsArray()

qa_handle = gdal.Open(sds_list[2][0])
qa_data = qa_handle.ReadAsArray()

# Array can be handled with Numpy now
print(np.shape(burndate_data))
print(qa_data.dtype)
```

Burn Date Uncertainty: Estimated uncertainty in date of burn, in days. Unburned and unmapped grid cells will always have a value of 0 in this layer.

QA: 8-bit quality assurance bit field.

bit 0: 0 = water grid cell, 1 = land grid cell.

bit 1: Valid data flag (0 = false, 1 = true) A value of 1 indicates that there was sufficient valid data in the reflectance time series for the grid cell to be processed. (NB: Water grid cells will always have this bit clear.)

bit 2: Shortened mapping period (0 = false, 1 = true). This flag indicates that the period of reliable mapping does not encompass the full one-month product period, i.e., burns could not be reliably mapped over the full calendar month.

bit 3: Grid cell was relabeled during the contextual relabeling phase of the algorithm (0 = false, 1 = true).

bits 4: Spare bit set to 0.

bits 5-7: Special condition code reserved for unburned grid cells. This code provides an explanation for any grid cells that were summarily classified as *unburned* by the detection algorithm due to special circumstances.

0: None or not applicable (i.e., burned, unmapped, or water grid cell).

1: Valid observations spaced too sparsely in time.

2: Too few training observations or insufficient spectral separability between burned and unburned classes.

3: Apparent burn date at limits of time series.

4: Apparent water contamination.

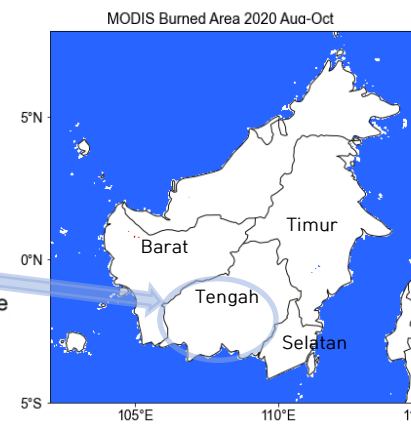
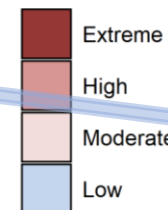
5: Persistent hot spot.

6: Reserved for future use.

7: Reserved for future use.

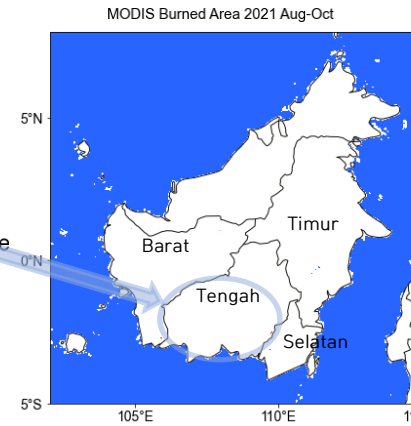
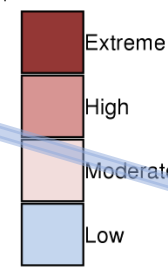
Monthly History of Probabilistic Forest Fire Forecast for 2020

Barat	83%	83%	85%	82%
Tengah	100%	100%	100%	100%
Selatan	67%	86%	89%	92%
Timur	100%	100%	100%	100%
	Issued APR	Issued MAY	Issued JUN	Issued JUL



Monthly History of Probabilistic Forest Fire Forecast for 2021

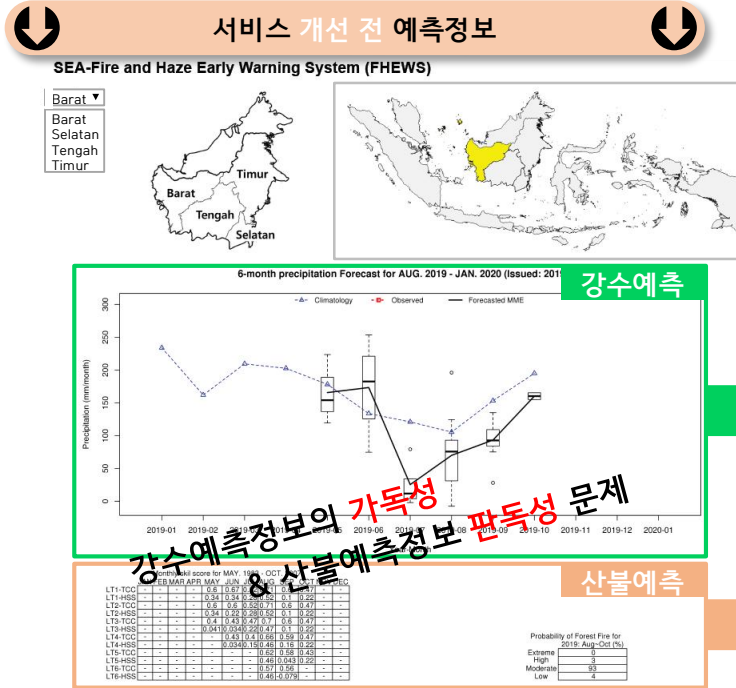
Barat	88%	94%	96%	98%
Tengah	100%	100%	100%	100%
Selatan	100%	81%	89%	94%
Timur	100%	100%	100%	100%
	Issued APR	Issued MAY	Issued JUN	Issued JUL



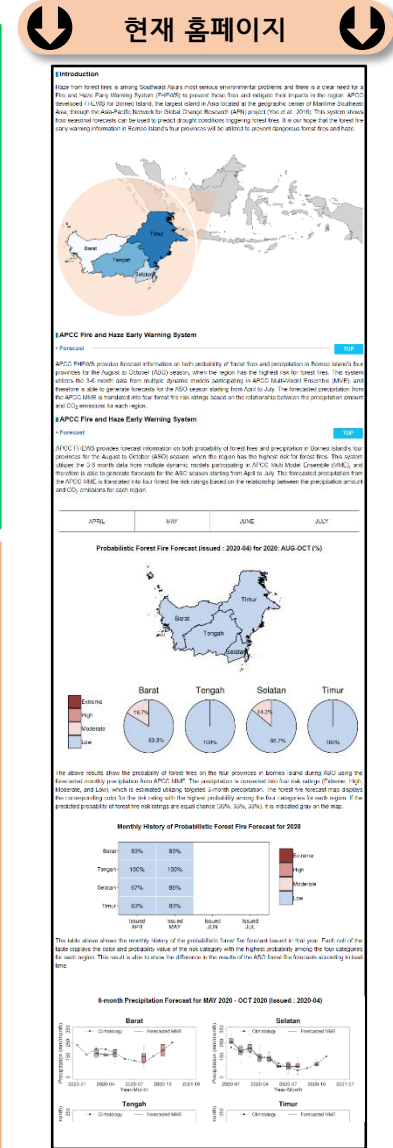
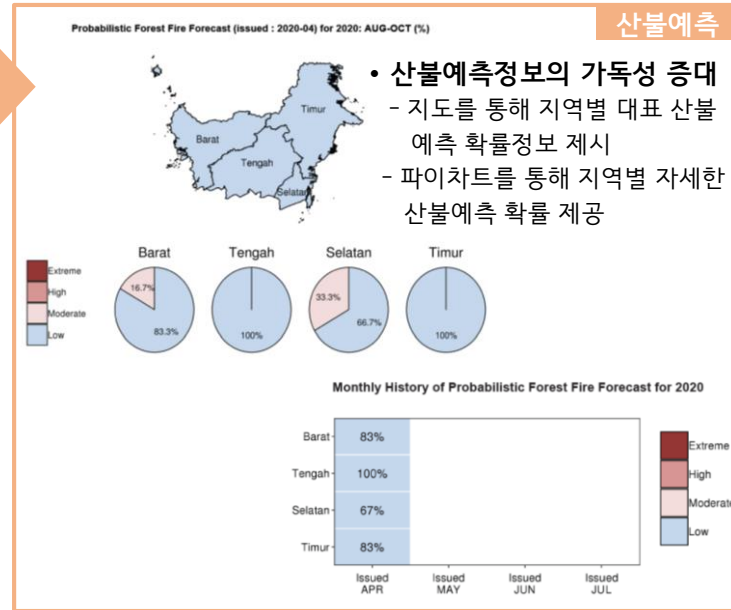
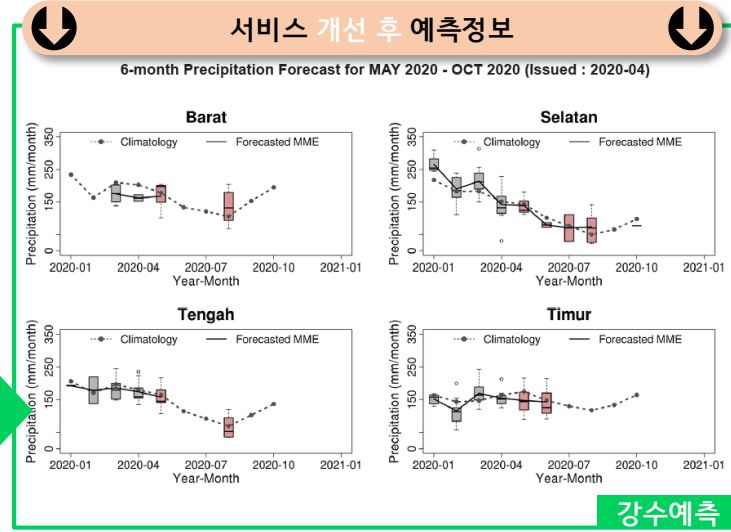
- Water : Water grid cell
- Lv1 : Unburned
- Lv2 : 3개월 중 1~7일 발생
- Lv3 : 3개월 중 7~15일 발생
- Lv4 : 3개월 중 15~21일 발생
- Lv5 : 3개월 중 22일 이상

3. 산불예측서비스

산불예측서비스 개선



강수예측정보의 가독성
& 산불예측정보 판독성 문제



- 지역통합 One-Stop 예측정보 제공
 - 지역으로 구분된 산불예측정보를 하나로 도식화 함으로써 편의성 증대

- 홈페이지 기능 개선 및 사용자 편의성 향상
 - 전체 그림 / 표에 대한 팝업기능 적용
 - Methodology 접기/펼치기 기능 구현
 - 서비스 정보 부재시 알림기능 구현

3. 산불예측서비스

산불예측시스템 개선

관측자료 변경을 위한 자료 분석

- 기존 Aphrodite의 경우 2007년까지 자료로 Hindcast 기간을 포함하지 못함
→ Hindcast 기간 포함을 위한 관측자료 변경 필요

APCC 기후자료 수집 목록

- 주기적, 자동 수집 기후자료 목록

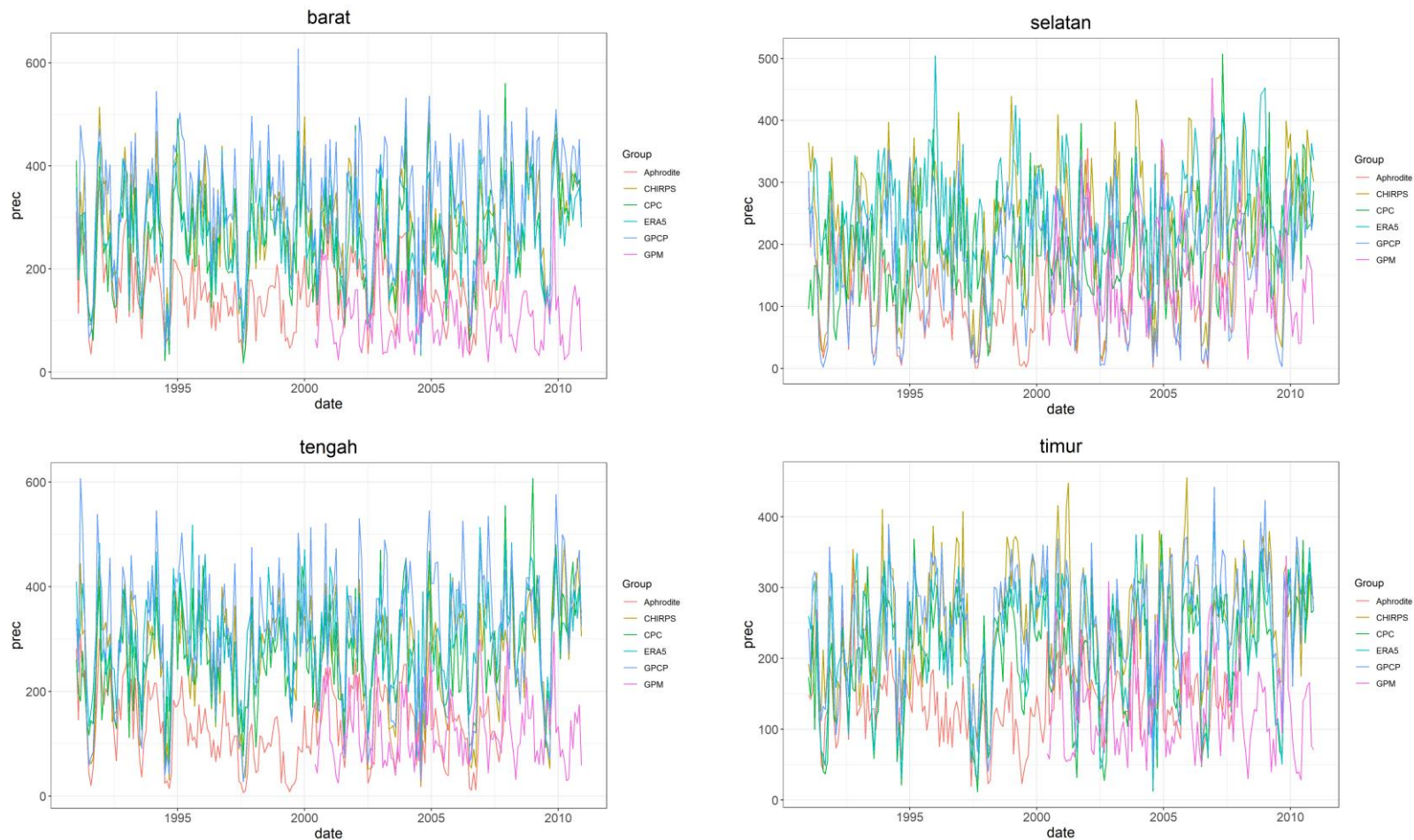
Observation	Grid	ARGO, APHRODITE¹ , CMAP, ERSST, GPCP , OISST, CPC Global Precipitation, NOAA OLR, CAMS OPI, CRU TS 4.03 ¹ , NOAA Sea Ice Concentration ² , NOAA Snow cover extent
	Reanalysis	CFSv2, ECMWF ERA-INTERIM ¹ , ECMWF ERA5 , MERRA2, NCEP1, NCEP2
	Satellite	CHIRPS , PERSIANN ²
	Station	ASOS, GHCN
Prediction	Seasonal	APCC MME
	Sub-Seasonal	APCC BSISO, WMO S2S ²
Scenario	CMIP	CMIP5 ¹ , CMIP6 ² , KMA Standard ¹
	CORDEX	CORDEX EA ¹ , CORDEX SEA ¹
Index		Monitoring, NSIDC-Sealce

- 1 수집 완료, 수집 중단
- 2 비주기적, 수동 수집

✚ **GPCM**

CHIRPS / mm/day / daily / 0.25도

GPCP / mm/day / monthly / 2.5도



Correlation & RMSE

	GPCM_Cor	CHIRPS_Cor	GPCP_Cor	MERRA2_Cor	CPC_Cor	ERA5_Cor	GPCM_RMSE	CHIRPS_RMSE	GPCP_RMSE	MERRA2_RMSE	CPC_RMSE	ERA5_RMSE
barat	0.2829	0.7815	0.7344	0.6568	0.7331	0.7738	98.9530	131.3696	178.6837	127.7306	109.7705	116.3399
selatan	0.1674	0.7336	0.7674	0.7374	-0.0213	0.2134	109.8639	123.9218	79.9979	98.7973	125.9823	168.3988
tengah	0.2032	0.7133	0.7290	0.6767	0.5829	0.5754	82.2321	148.4548	195.9006	107.2818	146.9676	181.3322
timur	0.0845	0.4993	0.5907	0.5081	0.4910	0.5554	77.8584	129.8092	127.3158	105.8332	95.7471	105.3457
Mean	0.1845	0.6819	0.7054	0.6447	0.4464	0.5295	92.2269	133.3888	145.4745	109.9107	119.6169	142.8541

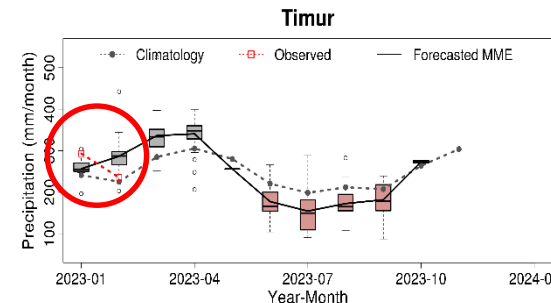
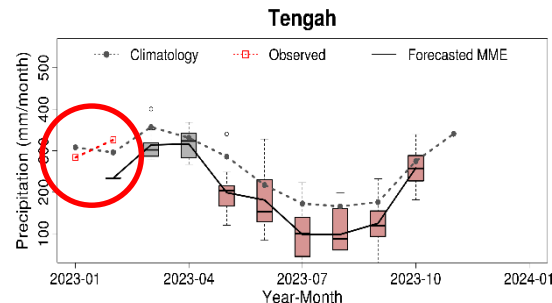
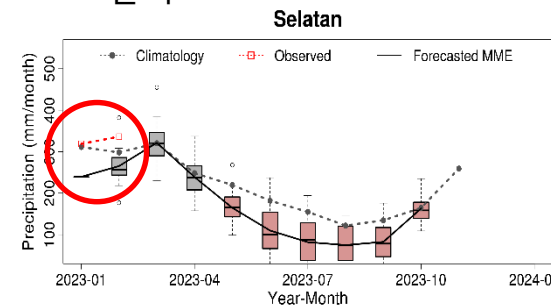
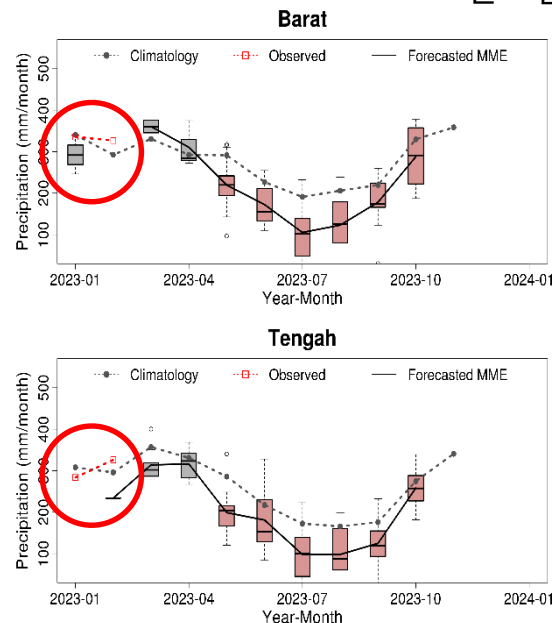
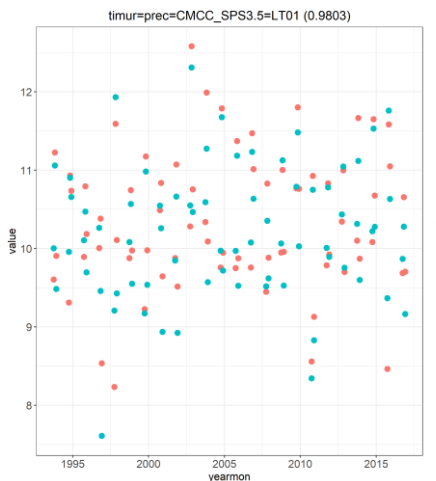
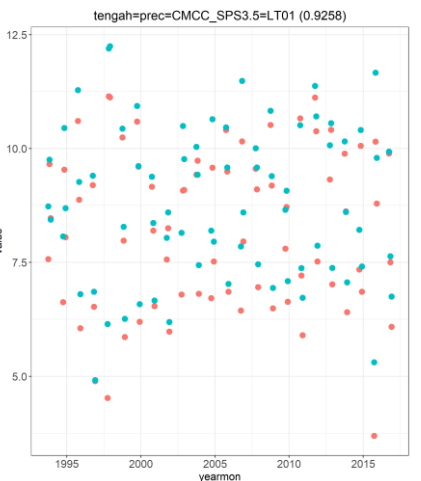
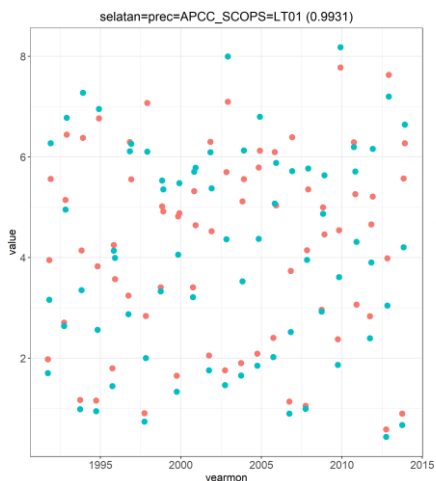
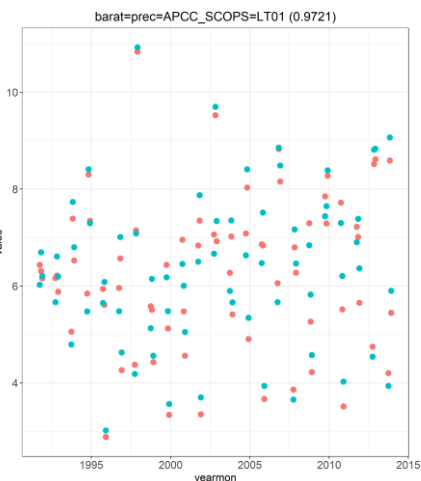
3. 산불예측서비스

산불예측시스템 개선

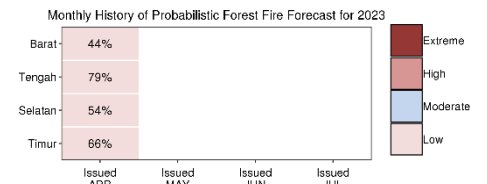
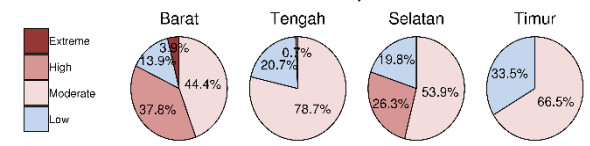
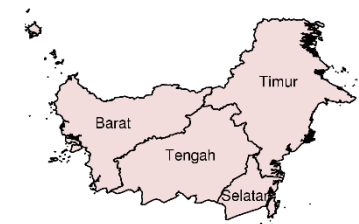
2023년 4월 FHEWS 결과

고해상도 계절예측 자료 사용

- FHEWS의 예측정보 생산을 위해 개별모델 2.5도와 1도 자료를 비교 분석



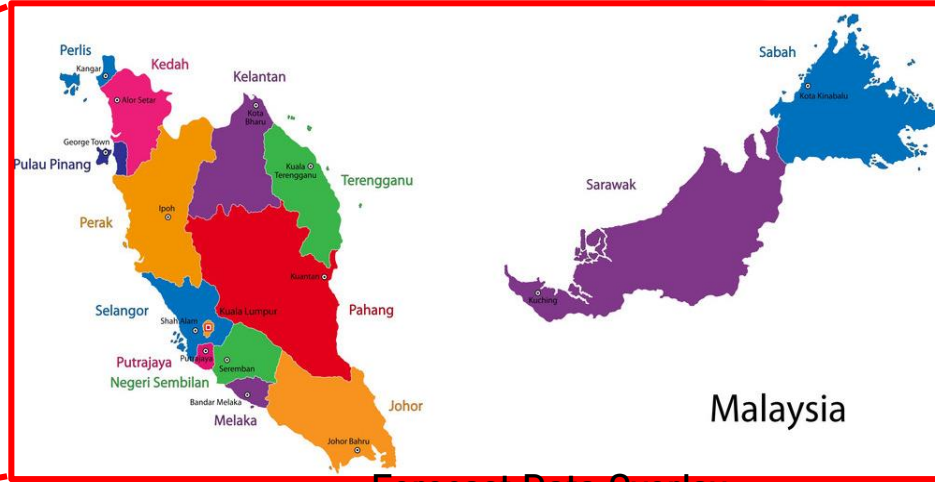
Probabilistic Forest Fire Forecast (issued : 2023-04) for 2023: Aug-Oct (%)



- 최근 업데이트가 가능한 관측자료를 사용하면 위와 같이 Forecast와 Climatology, 관측자료를 한번에 비교할 수 있는 장점이 있음
- Aphrodite를 CHIRPS로 변경함에 따라 강수량의 Warning의 Break point가 변경되었고, 이에 따라 더 많은 기간의 자료가 활용됨에 따라 예보가 다소 강하게 나가는 경향이 있음
- 합리적인 통계적 방법을 통해 Break point를 재구성하여 추가적인 개선이 필요함

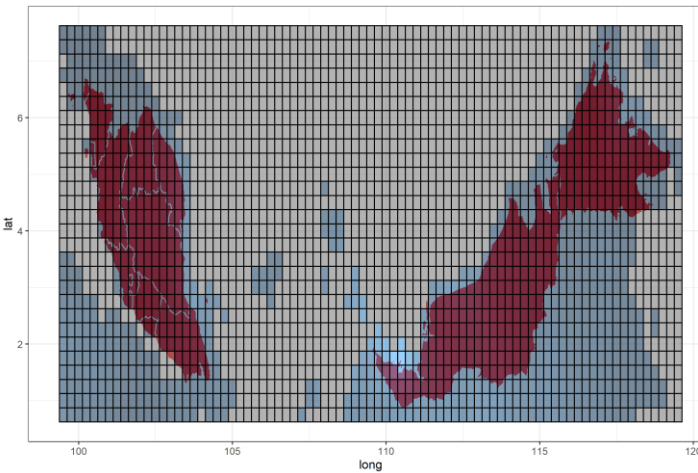
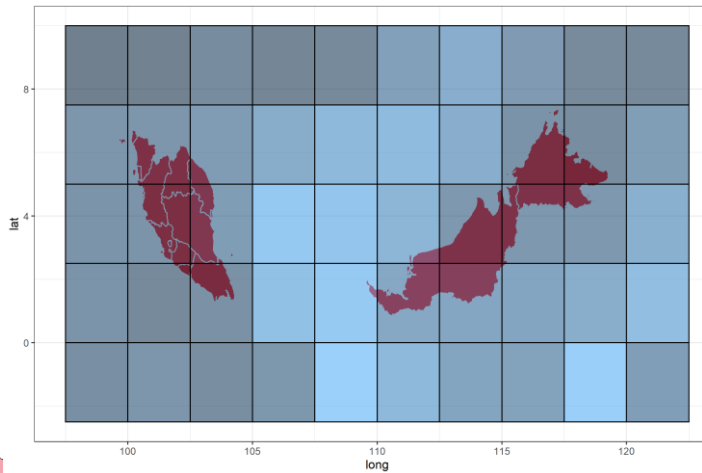
3. 산불예측서비스

산불예측서비스 지역확장

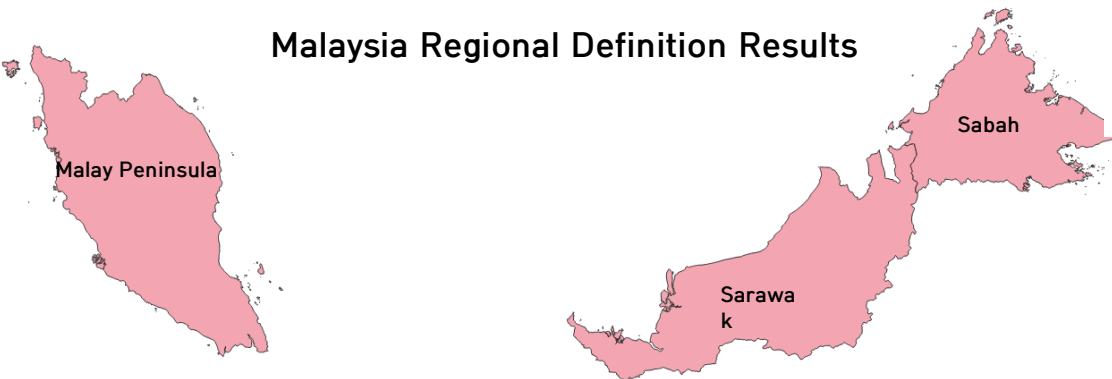


Forecast Data Overlay

Precipitation Data Overlay



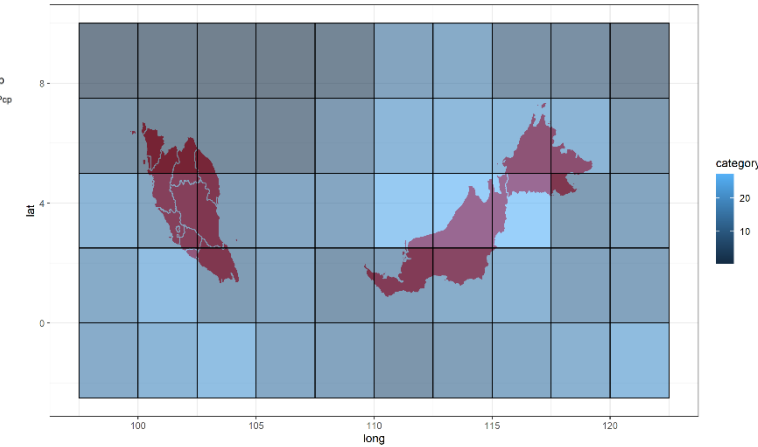
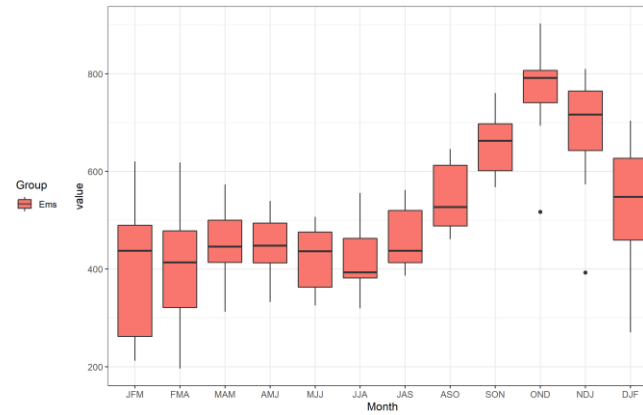
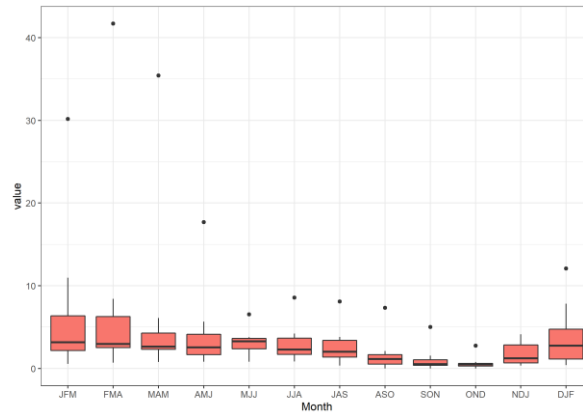
Malaysia Regional Definition Results



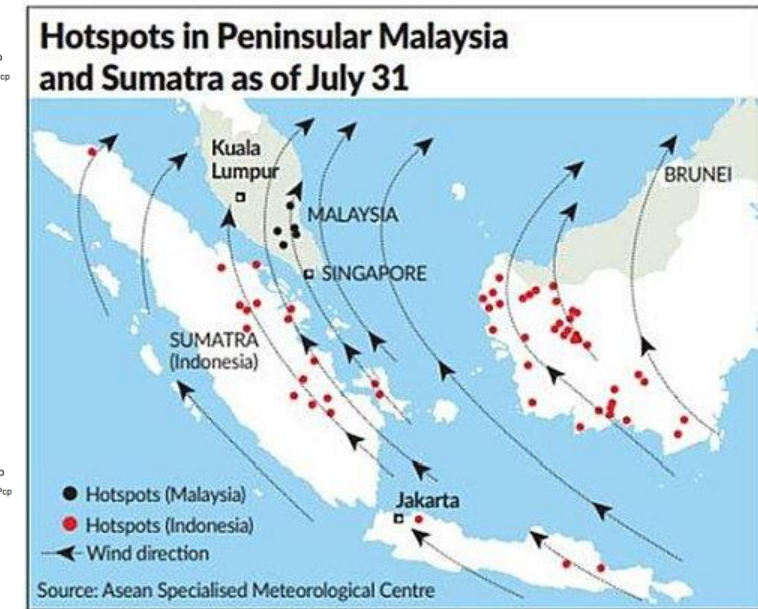
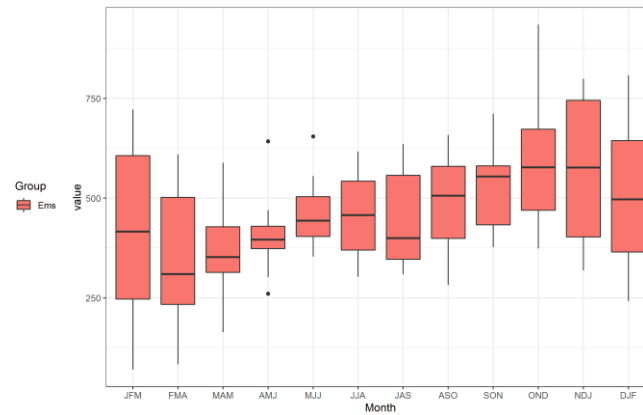
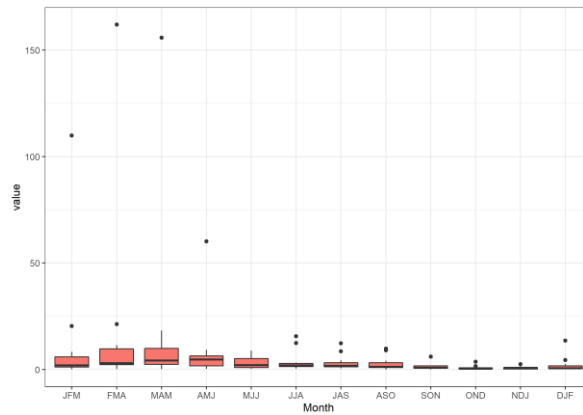
3. 산불예측서비스

산불예측서비스 지역확장

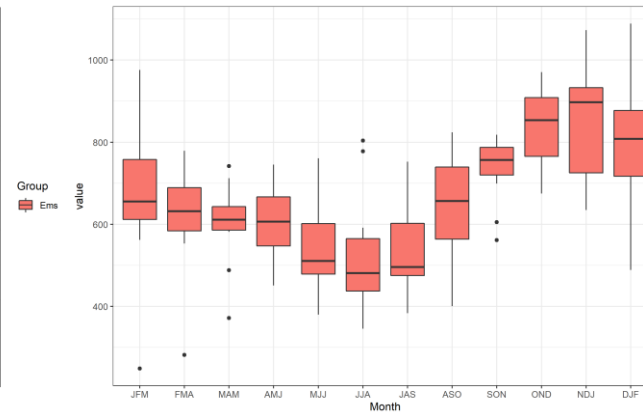
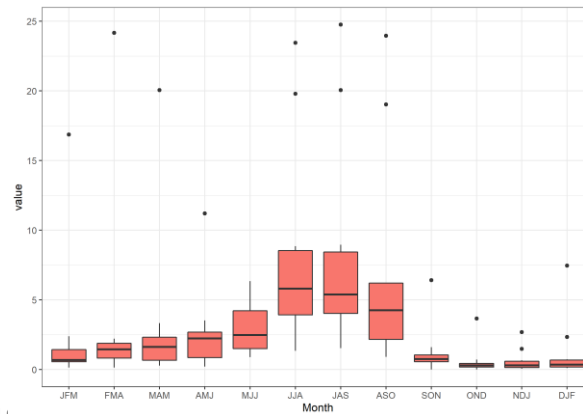
Malay Peninsula



Sabah



Sarawak





감사합니다.

