

기상·기후 데이터 기반의 기후테크 활용 전략 (기상위성 정보의 기후테크 활용)

기상청 국가기상위성센터 위성분석과
손은하

기후위기는 먼 미래가 아닙니다 — 지난해, 우리 곁에서

측정하지 못하면 관리할 수 없고, 관리하지 못한 비용은 결국 누군가가 떠안습니다

104,000 ha

2025년 3월 의성발 영남권 산불 소실 면적
(1987년 산불통계 이래 역대 최대)

1조 818억원

재산 피해(중대본 확정)
복구비는 별도 1조 8,809억원

약 2배

기후변화가 이 산불의 기상조건
발생 가능성을 높임 (WWA 2025)

측정하지 못하면 관리할 수 없고, 그 비용은 결국 누군가가 떠안습니다.

직전 30년('95~'24) 전국 누적 산불 피해(약 8.8만 ha)를 이 한 번의 사태가 넘어섰습니다
· 2024년 = 인류가 처음 1.5°C를 넘은 해 (Copernicus)

측정 못 한 것은 모두 과소평가됩니다 — 그 공백이 곧 시장입니다

기상위성 = 그 측정 공백을 메우는 인프라 (천리안위성 2A호 · 16채널 · 2분 간격 · Open-API)

+80%

IEA 추정 메탄 배출이 각국 UNFCCC 보고치를 초과
(에너지 부문, IEA Global Methane Tracker 2025)

43%

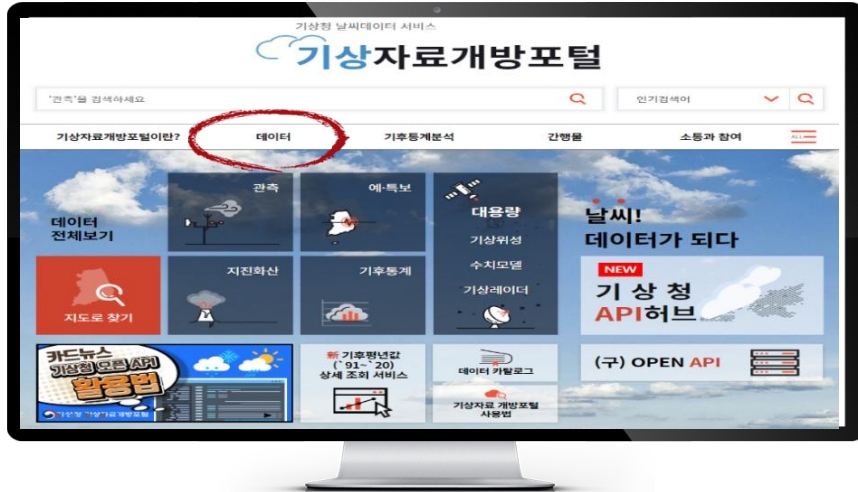
2024년 전 세계 재해 손실 중 보험 적용 비율
— 절반 이상이 무보험 (Swiss Re)

측정하지 못하면 가격을 매길 수 없고, 가격이 없으면 시장도 없습니다.

기상위성 = 그 측정 공백을 메우는 인프라 (천리안 2A · 16채널 · 2분 간격 · Open-API)

기상자료개방포털(www.data.kma.go.kr)

- 기상청에서 생산하는 모든 데이터 제공 창구



▶ 관측된 기상기후 데이터(1904년~현재)

- 지상 관측자료(기온, 강수량 등), 고층 관측자료, 해양 관측자료, 항공 관측자료, 기상위성, 레이더,

낙뢰, 황사, 태풍 등

“과거에 대한 관측자료”

기후정보포털(www.climate.go.kr)

- 기후·기후변화와 관련된 상세 정보를 총괄 제공



▶ 기후변화 시나리오(현재~2100년)

- 해상도: 행정구역별(읍면동), 남한상세(1km), 한반도(25km), 전지구(135km)
- 기간: 1850~2100년(일, 월, 계절, 연자료)
- 요소: 기온, 강수량, 습도, 풍속, 극한기후지수, 영향정보 등

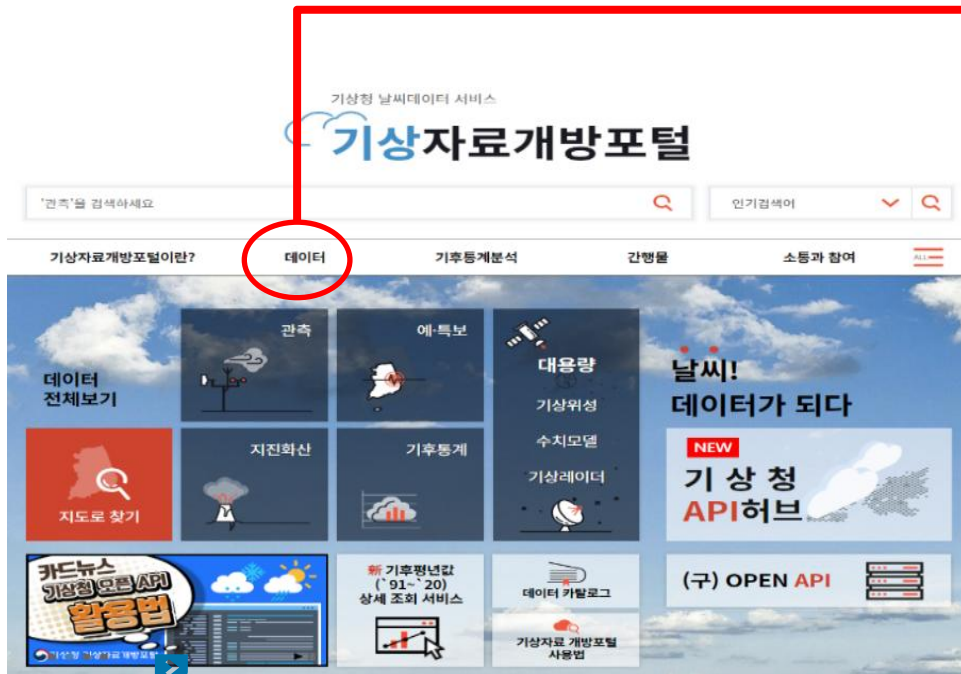
“미래에 대한 모델자료”

지오테크의 원재료 — 기상청 기상자료개방포털

1904년부터 축적된 지상·고층·해양·항공·위성·레이더 관측자료를 한 곳에서 (data.kma.go.kr)

기상자료개방포털(www.data.kma.go.kr)

• 기상청에서 생산하는 모든 데이터 제공 창구



관측된 기상기후 데이터(1904년~현재)

- 지상 관측자료(기온, 강수량 등), 고층 관측자료, 해양 관측자료, 항공 관측자료, **기상위성**, 레이더, 낙뢰, 황사, 태풍 등

데이터	API	기후통계분석	간행물	소통과 참여	기상현상증명
> 기상관측 - 지상 - 해양 - 고층 - 항공 - 세계기상전문(GTS)	> 기상위성 - 천리안 위성 1호 - 천리안 위성 2A호	> 레이더 - 사이트 - 합성	> 기상예보 - 동네예보 - 기상특보 - 태풍예보 - 영항예보	> 지진화산 - 지진화산 특·정보	> 메타데이터 - 지점정보 - 통계정보 - 수치예보모델
> 수치모델 - 수치분석일기도 - 단·중기예측 - 초단기예측 - 파랑모델	> 기후 - 기후변화감시 - 가뭄	> 응용기상 - 기상지수 - 기상자원지도	> 역사기후 - 자기기록지 - 종이일기도 - 통계원부류 - 역사자료 - 기상기록집		
> 집중관측 - 연구용집중관측 - 산불지원 - 강원영동 - 수도권 위험기상	> 날씨 이슈별 데이터 - 폭염 - 황사 - 한파 - 태풍				
> 품질정보 - 품질현황 - 데이터품질리포트					

지오테크는 5대 분류 중 가장 빈 칸입니다 — 그래서 '열린 차선'

한국 기후테크 스타트업 272개사 중 지오테크는 31개사(11.4%) — 최소 기업·최소 투자 분야

클린테크

재생E·저장

카본테크

탄소 포집·감축

에코테크

자원순환

푸드테크

식품·농업

지오테크

탄소관측+기상기후

한국 기후테크 스타트업 272개사 중 지오테크는 31개사(11.4%) — 5대 분류 중 최소·최소 투자 분야 (스타트업얼라이언스 2025.2)

오늘은 국가기상위성센터의 위성 산출물을 6개의 지오테크 트랙으로 나누어 보여드립니다.

트랙 1 탄소관측

위성 온실가스 관측

→ 탄소중립 검증(MRV) 시장

트랙 2 가시거리

안개·시정 위험정보

→ 교통안전·물류 시장

트랙 3 재난 조기탐지

산불·화산 실시간 감시

→ 파라메트릭 보험 시장

트랙 4 기후적응

폭염·해양열파·가뭄

→ 도시·농업·자산리스크 시장

트랙 5 재생에너지

AI 일사량 산출·예측

→ 발전량 예측 경제

트랙 6 극지·해양

북극 해빙·해양기상

→ 항로·해상풍력 시장

각 트랙은 같은 순서로 진행됩니다

[지오테크 관점 — 왜 필요한가] → [기상위성 기술 — 어떻게 만드는가] → [세계 활용 현황 · 문제점 · 향후 방향]

위성 온실가스 관측 — 탄소중립 검증(MRV)의 원천 데이터

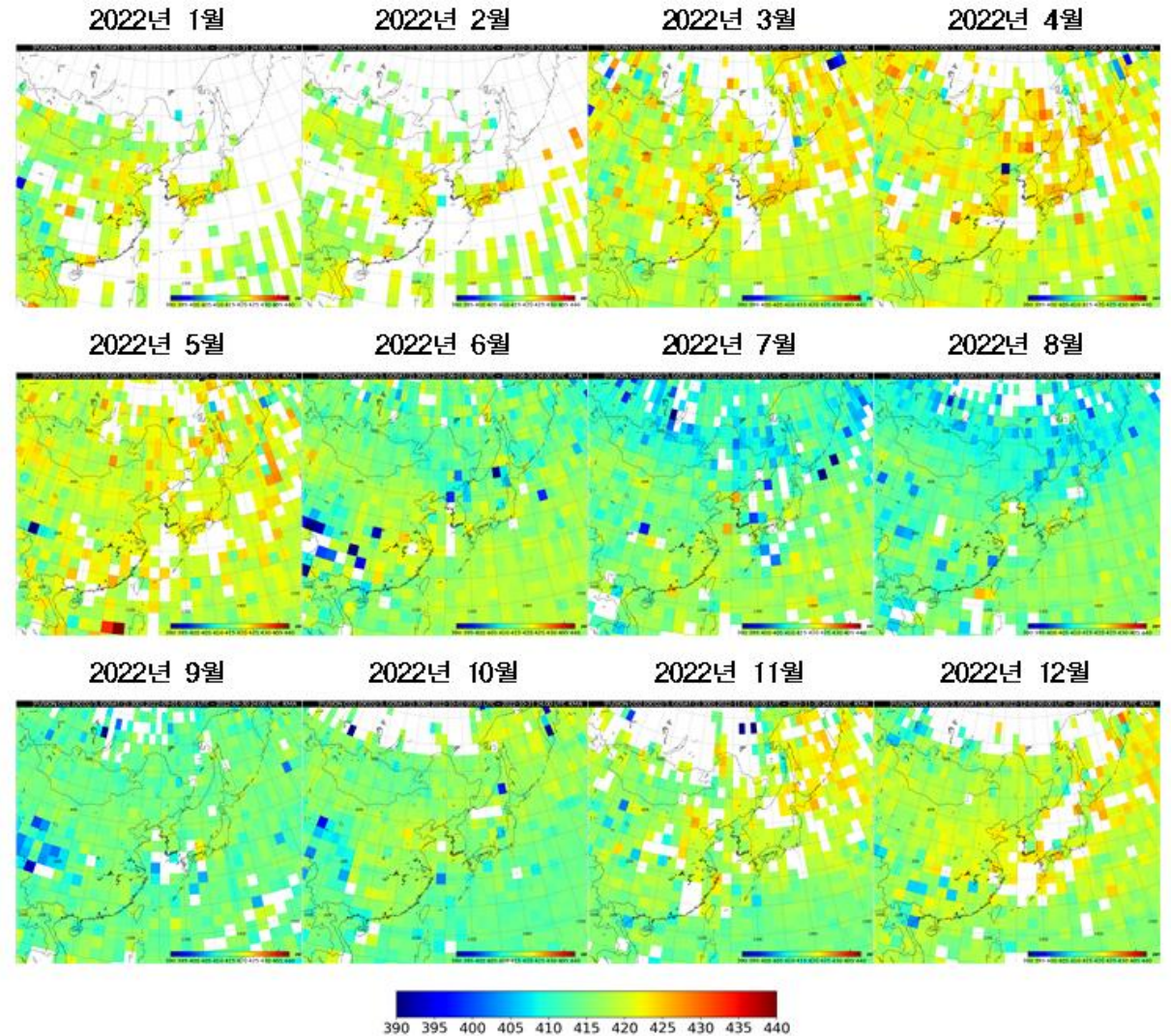
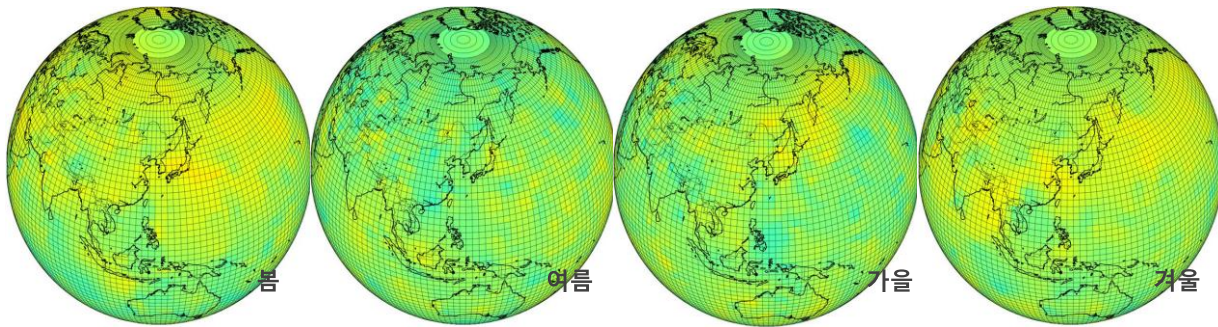
위성 기반 배출 검증(MRV)은 CBAM·EU 메탄규제가 만든 급성장 시장입니다

■ 계절별/월별 이산화탄소 농도 변화

• GOSAT, GOSAT2, OCO-2, OCO-3 위성 합성

- 겨울철 난방 등으로 인한 이산화탄소는 4월~5월에 최대, 식생이 본격적으로 성장하는 6월부터 감소하여 7월~8월에 최소를 나타냄
- 식생의 변화가 큰 육상이 해상보다 월별 이산화탄소의 변화폭이 크게 나타남

<2022년 이산화탄소 농도의 계절변화, AI>



다중위성 합성 온실가스지도 정보 제공

XCO₂·XCH₄·XO₃ 합성장 — 지오테크 기업이 별도 전처리 없이 바로 쓰는 표준 격자자료

NMSC_Homepage(<https://nmsc.kma.go.kr/homepage/html/satellite/viewer/selectNewSatViewer.do?dataType=greenHouseGas>)

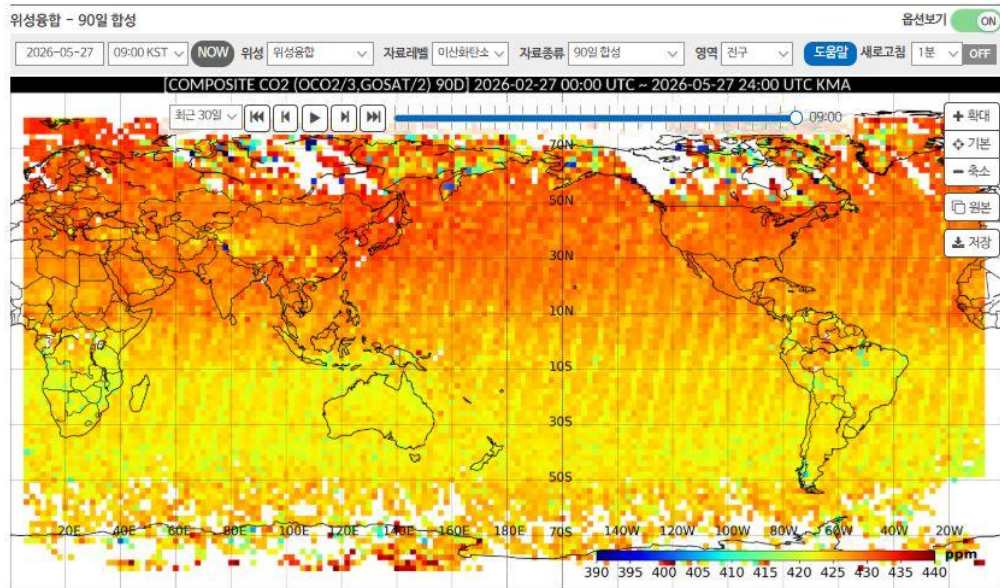
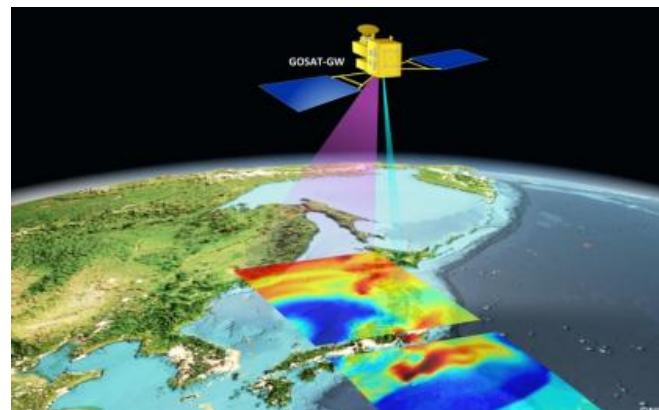


Image Service with low-orbit satellites

⇒ (Temporal/Spatial Coverage) 1, 10, 30, 60, 90 days mean compositing / Global, East Asia, Korea region

- XCO₂: OCO-2, OCO-3, GOSAT/TANSO-FTS, GOSAT-2/TANSO-FTS2
- XCH₄: GOSAT/TANSO-FTS, GOSAT-2/TANSO-FTS2
- XO₃: Sentinel-5p/TROPOMI, MetOp/IASI, MetOp/GOME-2, SNPP/OMPS

TOKYO-FIELD CAMPAIGN (TOKYO-FC)



Matching flight on March 2026

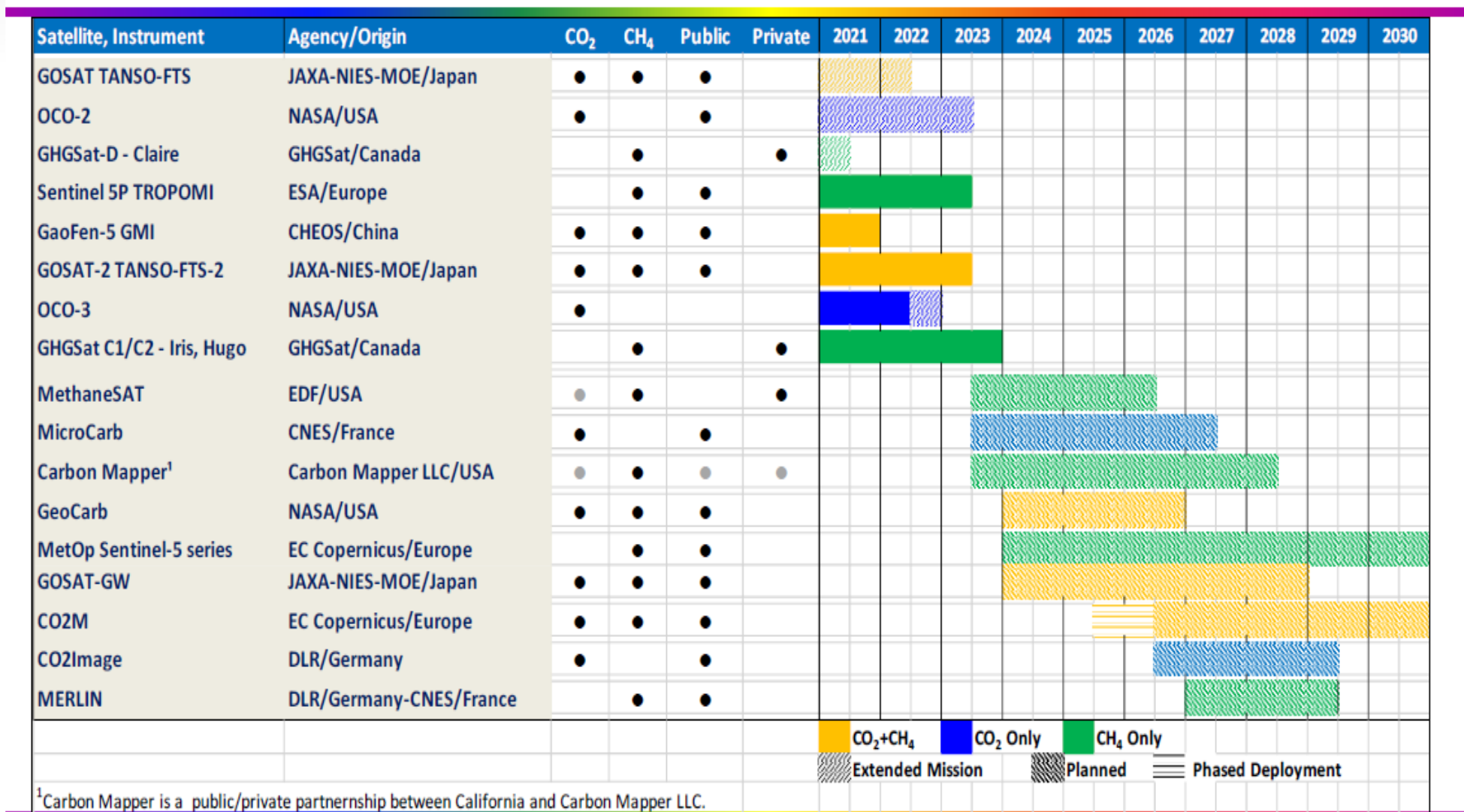
Research for Validation of GOSAT-GW with KMA GHGs Observing Network and using CAMS, GEOS-Chem
Supported by Sang-Woo Kim (Seoul Univ.) et al.

GOSAT-GW validation will leverage KMA's integrated observing network including in situ, aircraft, and FTS data.

⇒ Anticipating the release of *GOSAT-GW data*, we plan to develop a *Low Earth Orbit(LEO) satellite-based greenhouse gas compositing technology* by integrating satellite observations, reanalysis, and modelling data.

온실가스 관측 위성 발사 현황

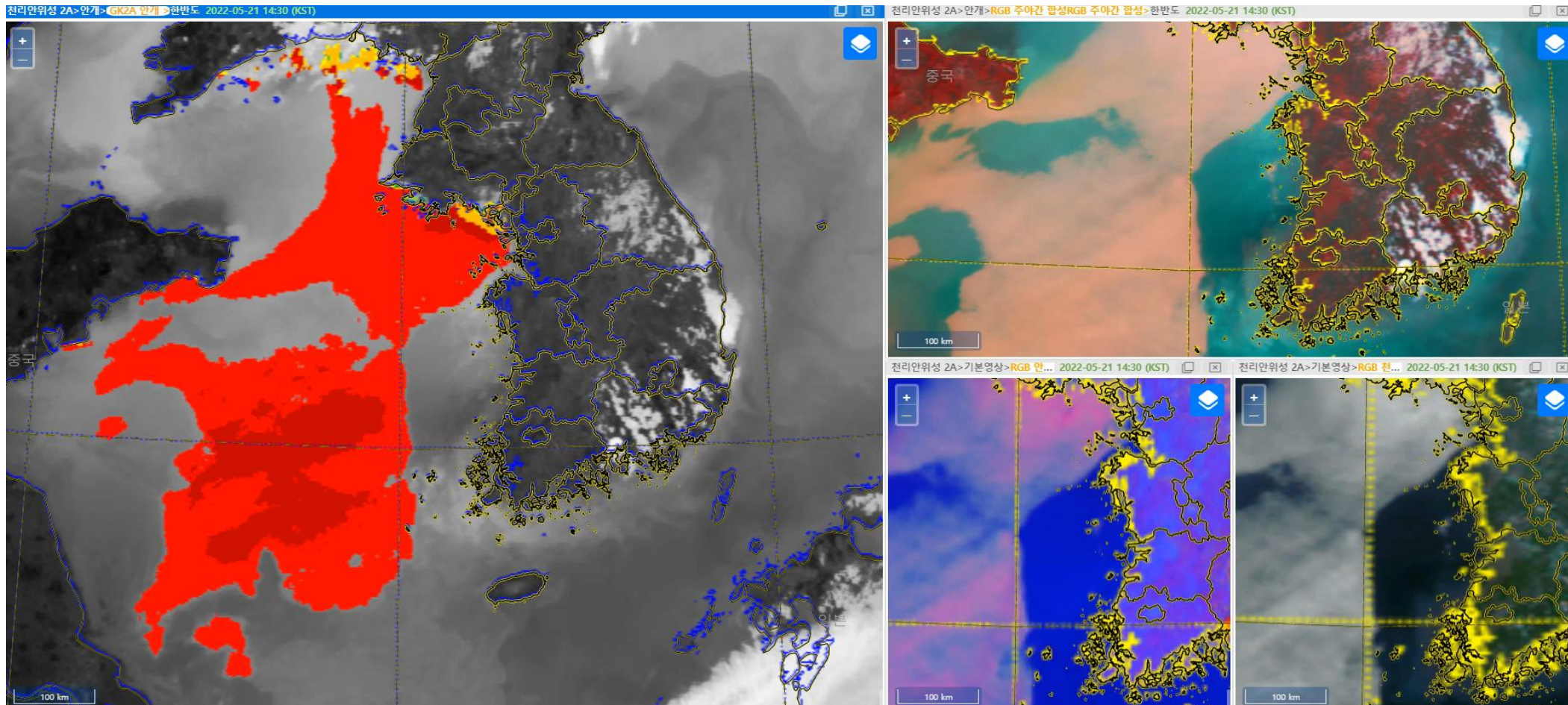
관측 위성이 늘수록 검증 단가는 내려갑니다 — 지오테크의 진입장벽이 매년 낮아집니다



도로 가시거리 위험정보 제공 ① — 해무의 해안 유입 감시

천리안위성 2A호 안개탐지 RGB 합성영상 (2022.5.21. 서해상) — 국지 안개 탐지 능력 향상

1호보다 2A호 시·공간 해상도 및 채널 수 증가 → 안개 탐지 RGB 합성영상, 국지적 안개탐지 능력 향상



서해상의 바다 안개 해안 유입 감시(2022.5.21.)

도로 가시거리 위험정보 제공 ③ — 융합기술 개발과 서비스

위성 안개탐지·시정계·CCTV·상대습도 융합 → 국가교통정보센터(ITS) 실시간 제공('23.7~)

배경 : 안개로 인해 발생한 교통사고로 재산 및 인명피해가 심각함

목적 : 위성(안개)을 포함한 다양한 관측 자료를 융합하여 도로 가시거리 위험정보 개발 및 서비스 제공 지원

※ 자료 제공 서비스('23.7~)

안개로 인한 심각한
교통사고 현황



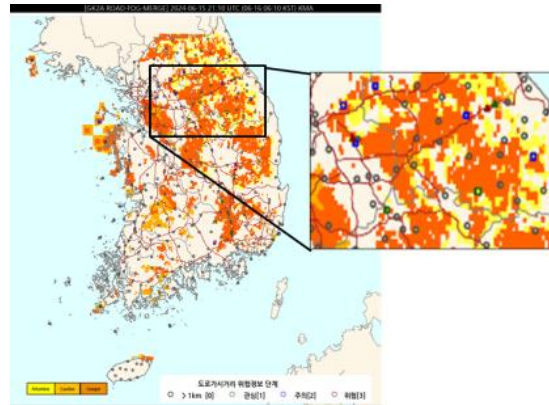
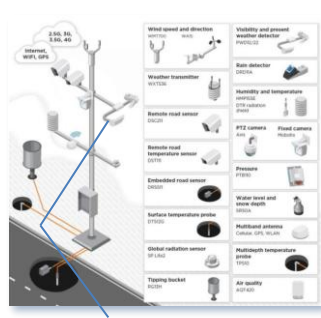
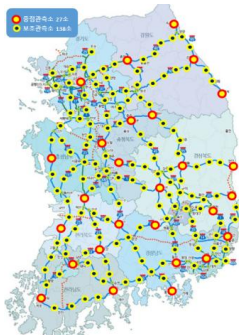
(2015년 1월 1일 45번 연쇄 추돌사고)



(2011년 12월 24일 104번 연쇄 추돌사고)

천리안위성 2A호 안개탐지기반
도로안개 융합기술 개발

- 도로안개(안개 3단계 구분한 자료)
- 시정계(지상+해양 관측지점)
- CCTV 영상분석자료(고속도로)
- 시정계, 상대습도 객관분석자료(격자자료)
- 시정계(고속도로)



※도로위험기상 지원을 위한 「도로기상관측망 구축사업」(기상청)

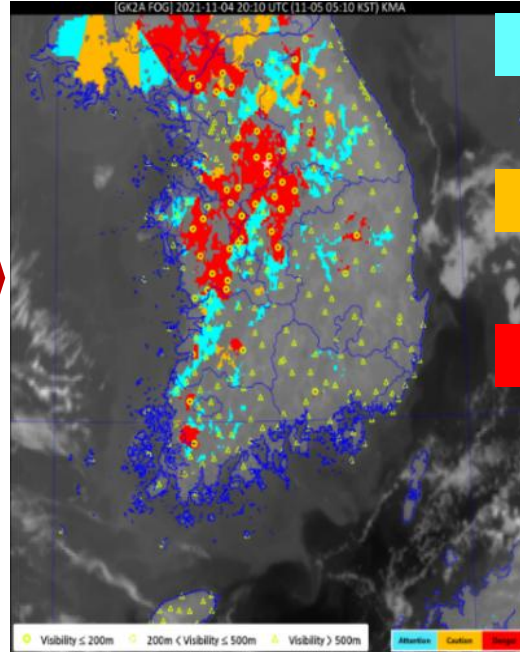
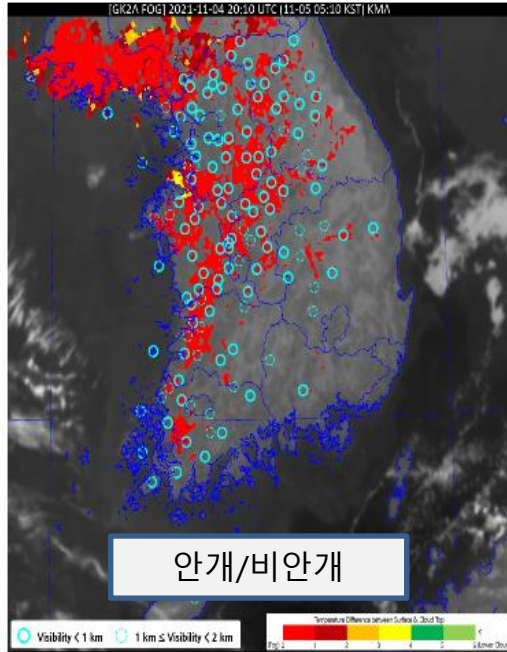
도로 가시거리 위험 정보 생산 및
국가교통정보센터(ITS) 제공

- 운전자 내비게이션을 통한 도로안개 관측 실태 서비스
- 도로안전운전에 영향을 주는 도로 가시거리 위험정보 3단계로 구분하여 제공



도로 가시거리 위험정보 제공 ④ — 정확도 개선 결과

위험단계 적중률 22.0%p 향상, 오경보율 32.8%p 감소 — 서비스 상품화의 전제조건

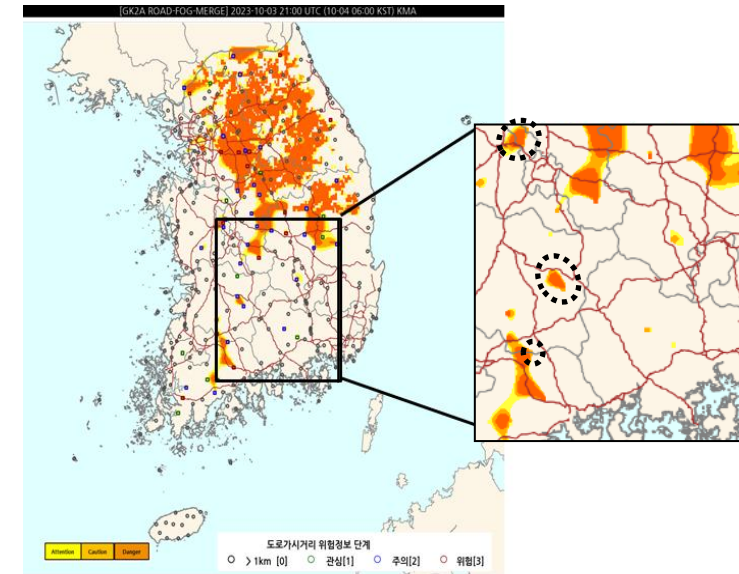


- 1) 구름탐지의 청천역 화소
- 2) 지상관측 상대습도 활용

- 구름 아래의 위험정보를 탐지 되도록 개선
- 위험단계 적중률 22.0%p 증가
(78.0%p → 100%p)
- 오경보율 32.8%p 감소
(34.7%p → 1.9%p)
- 개선된 결과가 시정계 단계 비율과 유사(기존 3단계에 주로 분포)

※ 시정계 단계 : 관심(1), 주의(2), 위험(3)

<개선 도로 가시거리 위험정보 >



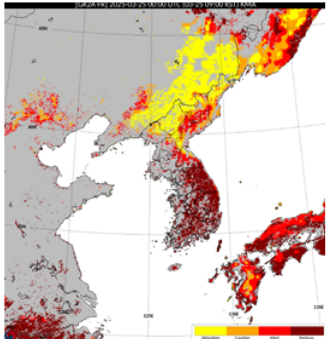
천리안위성 산불 감시요소 (4종)

산불화소·산불강도(FRP)·산불연기·산불피해지 — 지수화하면 그대로 리스크 지표가 됩니다

천리안위성 2A호(GK2A)는 산불 위험 예측부터 발생·확산·강도 분석까지 **4종의 산출물**을 통해 한반도에서 발생하는 산불 감시 중

- 2025년 3월 25일 의성 대형 산불 발생 당일 산출 결과

① 산불위험도 Forest Fire Danger Index

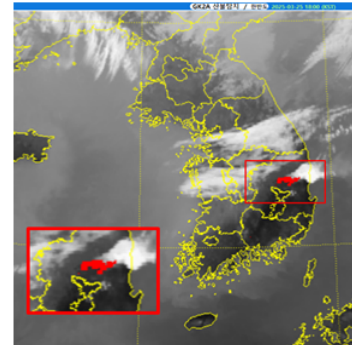


GK2A 산불위험도 (3.25. 09:00 KST)

정의 지면 건조 상태 기반 산불 발생 위험을 4등급으로 산출
산출 FFDI 지수 + 수치 모델 기반 기상요소 (상대습도·기온·풍속·강수·연강수)
표출 관심·주의·경계·심각 4단계
사양 1일 / 2km / 전구·동아시아·한반도

▶ 남한 전역 [심각] 등급 — 산불 위험 사전 경고

② 산불탐지 (FF) Forest Fire

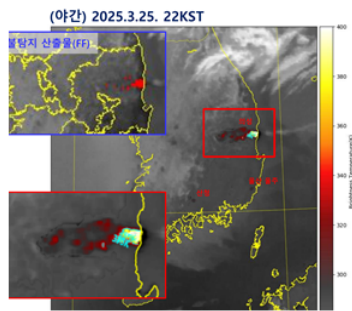


의성 산불 산불탐지 (3.25. 18:00 KST)

정의 산불로 온도가 상승한 지역을 탐지하여 적색 표시 (산업열은 주황색)
산출 단파적외(3.8 μ m) 절대온도 + 주변 대비 온도차 + 적외(11.2 μ m) 채널차
정확도 POD 73% (남한 100ha 이상 산불, 2023년 검증)
사양 2분 / 2km / 한반도 (GK2A)

▶ 의성 산불 화점 즉시 포착 — 좌상단 산불탐지(FF) 박스

③ 산불열원강조 (FFE) Forest Fire Emphasis

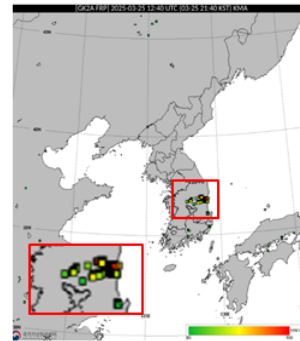


의성 산불 산불열원강조 (3.25. 22:00 KST 야간)

정의 산불 열원의 범위·강도(온도)를 컬러맵·등치선으로 표출 (산불탐지 보완)
산출 단파적외 밝기온도 임계값 분석 (KDE 기반) + 과대 탐지 영역 제거
표출 주간 303~400K, 야간 283~400K (회색→빨강→주황→노랑→흰색)
사양 2분 / 2km / 한반도 (GK2A)

▶ 야간에도 안정 산출 — 의성 열원 범위강도 정밀 표출

④ 산불방사열에너지 (FRP) Fire Radiative Power



GK2A 산불방사열에너지 (3.25. 21:40 KST)

정의 산불 단위면적당 방출 복사에너지(MW/km²) — 산불 강도의 정량 지표
산출 단파적외 복사휘도(L1) + 단파적외 지표면방출률·광대역방출률(L2)
표출 80 ~ 900 MW/km² (녹색→노랑→빨강)
사양 10분 / 2km / 전구·동아시아·한반도

▶ 의성 화점 영역에서 고강도 방사열 정량 산출

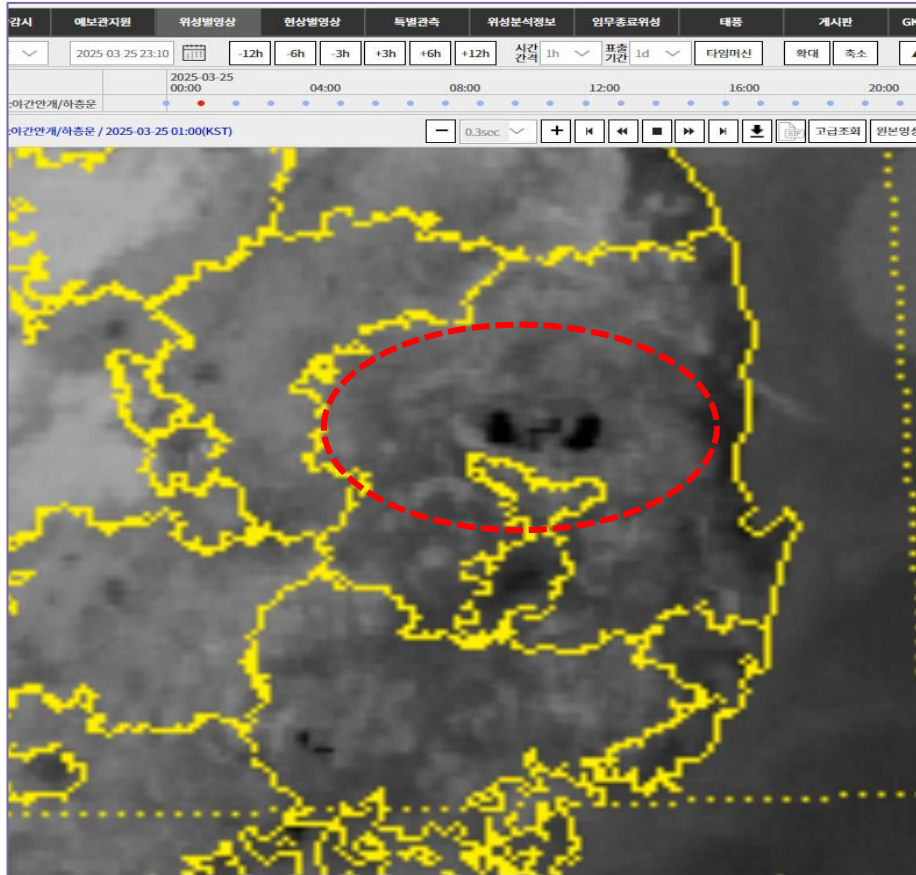
활용 흐름 ①사전 예방·경계 → ②즉시 탐지 → ③범위·강도 분석 → ④강도 정량 평가

2분 간격 실시간 산불 추적 — 야간에도

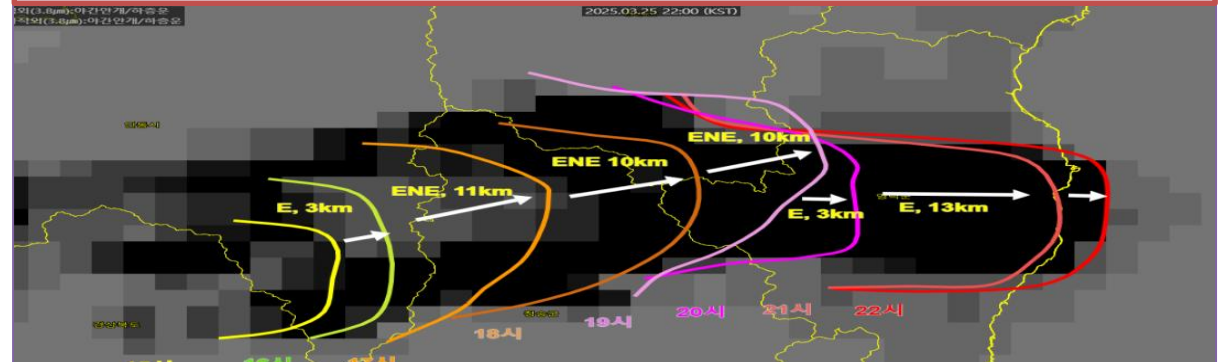
농작물재해보험 연 약 1조원 지급('24) — 위성 위험지수 = 파라메트릭 상품 트리거

- 경북 의성/산청 산불 (25.03.25.) 발생 2분 간격의 연속적인 관측자료를 통해 야간의 산불 탐지
- 실시간 2분 간격의 위성자료를 활용한 산불 감시 자료 제공, 산불 발생 및 이동 분석

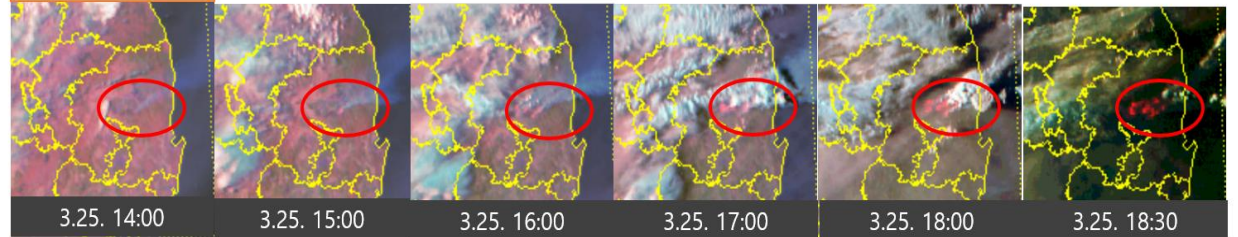
단파적외(3.8 μ m) 동영상 (3.25. 00:00~23:00)



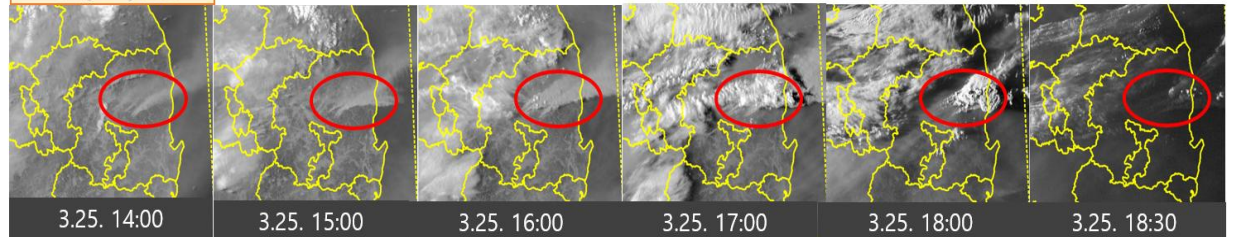
단파적외(3.8 μ m) 영상을 활용한 산불 확산 감시



RGB 자연색



가시(0.64) 빨강

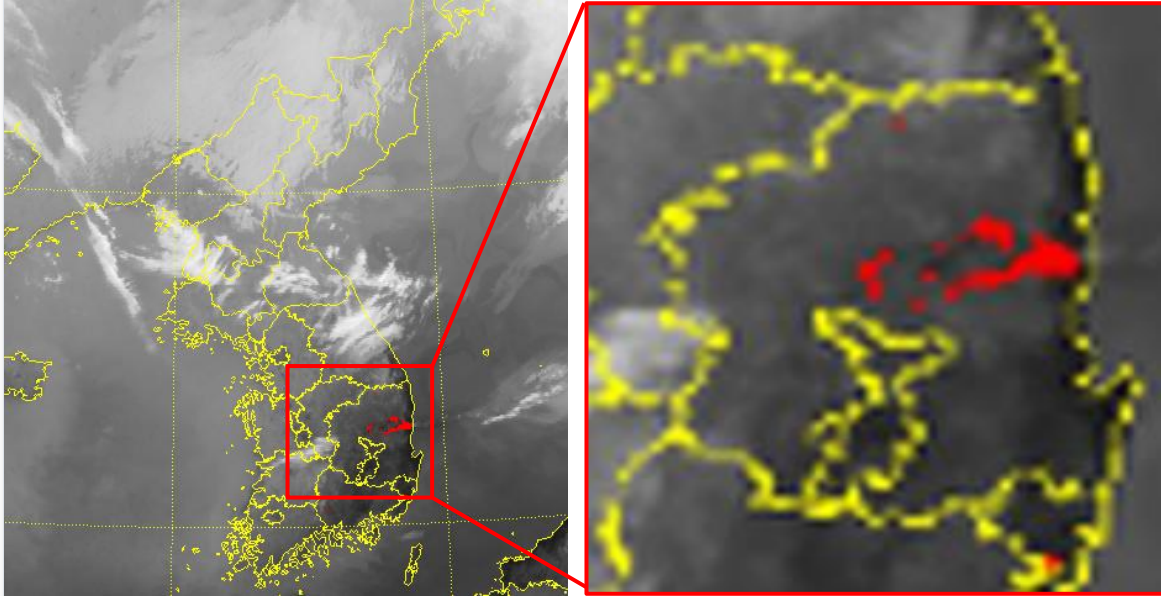


직수신 저궤도 위성 활용 소형산불·화선 상세 감시

정지궤도 2km(2분) + 저궤도 375m — 시간 해상도와 공간 해상도를 함께 확보하는 조합

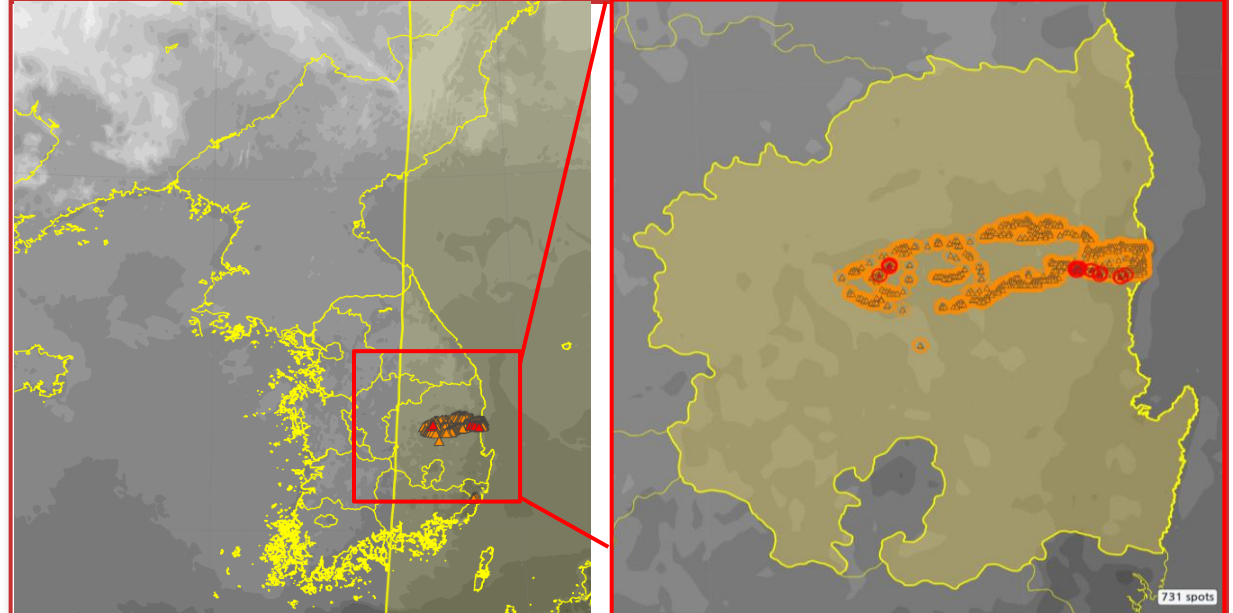
The 375 m resolution of LEO sat. (VIIRS) enables continuous monitoring, complementing GK2A's continuous geostationary coverage

GK2A Fire Detection — 2 km Resolution - IN SERVICE



- ▶ **Temporal resolution:** 2 min (continuous monitoring)
- ▶ **Spatial resolution:** ~2 km
- ▶ **Advantage:** high temporal resolution for fire-spread tracking
- ▶ **Limitation:** small fires may remain undetected

LEO sat. (NOAA-20) Fire Detection — 375 m Resolution - IN DEVELOPMENT

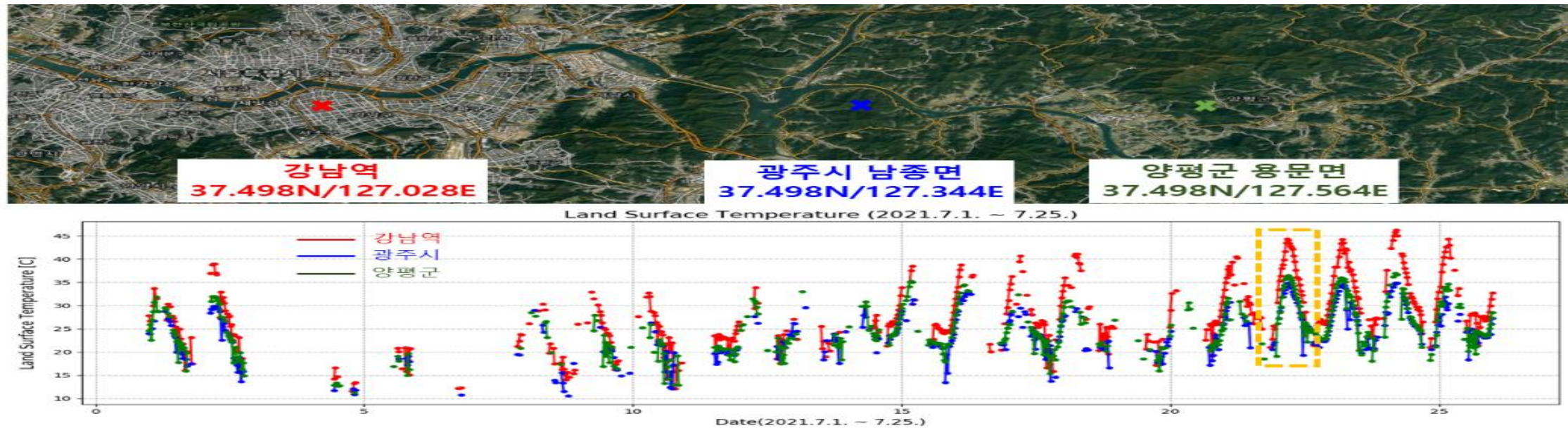


- ▶ **Temporal resolution:** ~2 overpasses/day
- ▶ **Spatial resolution:** 375 m (VIIRS I-band)
- ▶ **Advantage:** high spatial resolution for small-fire detection
- ▶ **Status:** under development for operational use

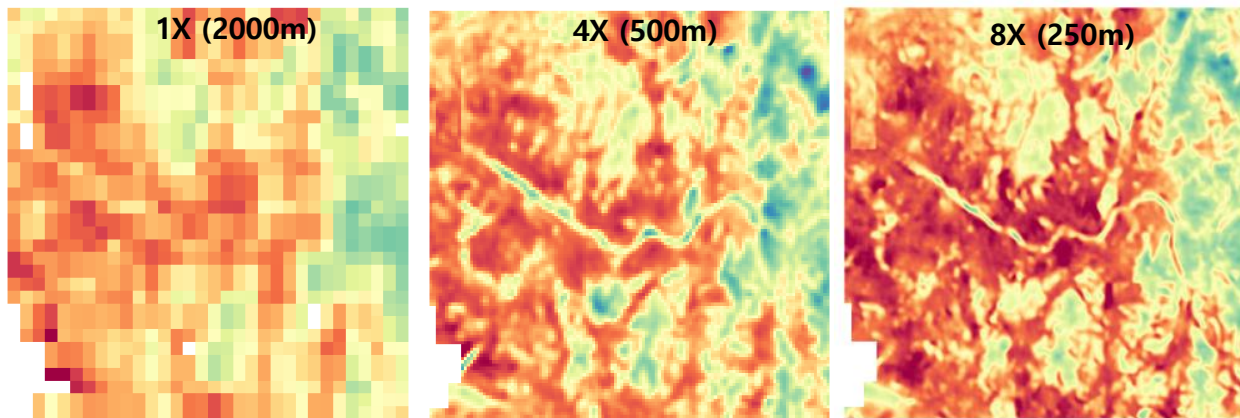
지면온도·해수면온도 활용 폭염 감시

도심지 월 LST 최고값 분석과 AI 초해상화(2km→500m) — 격자 단위 폭염 진단의 출발점

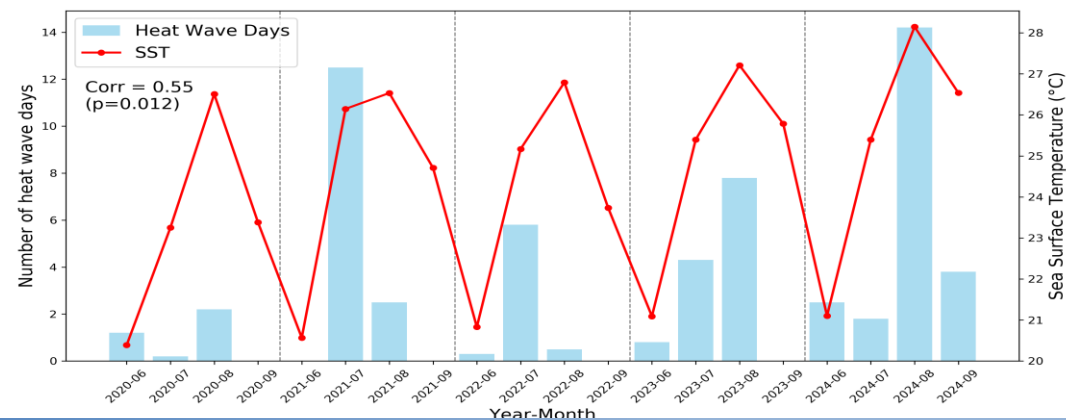
➤ 도심지의 월 LST 최고값 분석



➤ AI 활용한 GK2A 지면온도(LST) 초해상화 개발(2km



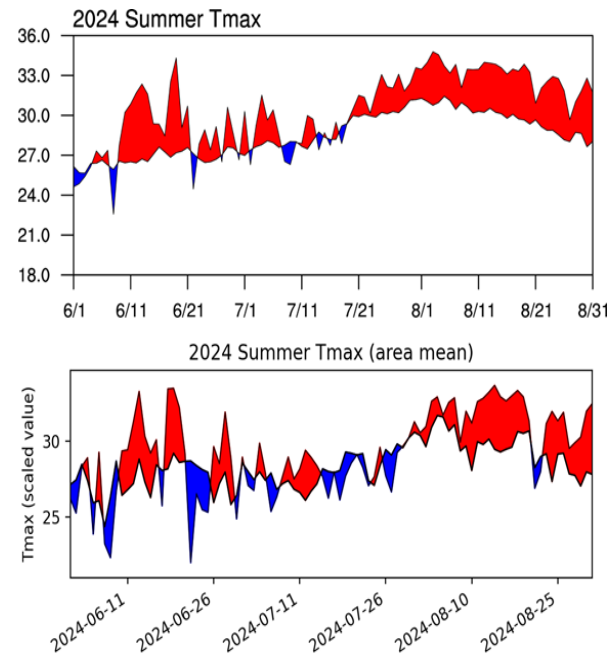
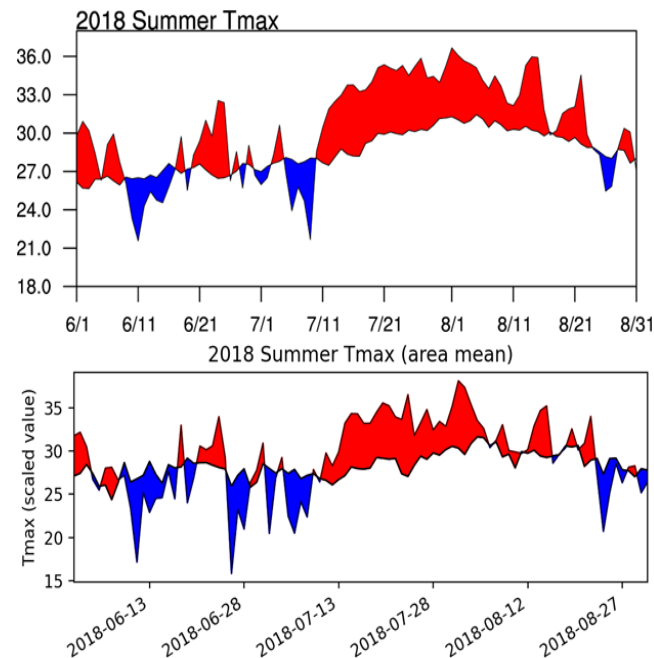
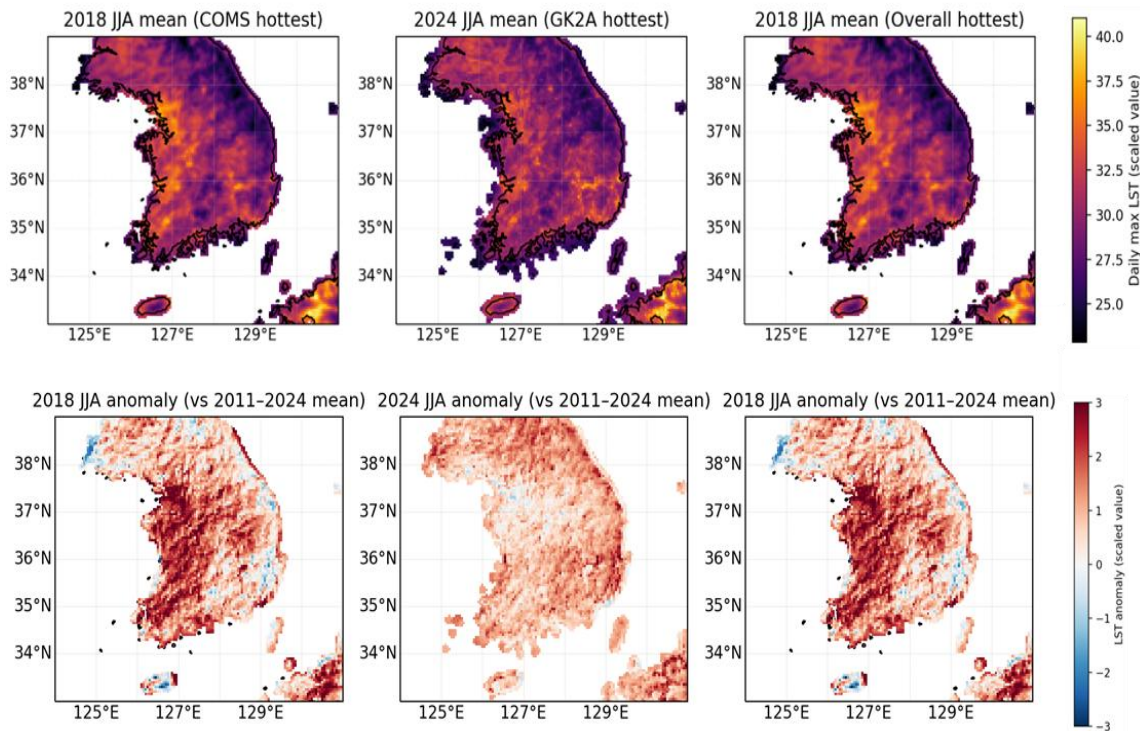
➤ GK2A 월평균 해수면온도와 폭염일수 간의 비교



한반도 폭염 장기 경향성 추출 ① — 극한사례 공간분포

위성 LST와 ASOS 기온은 변동성이 유사하며, LST는 지표 특성에 더 민감하게 반응

최고 지표면온도 공간분포 비교 - 극한사례



각 기간별 최고 온도에 해당하는 연도의 공간분포(위),
2011-2024년 평균값에 대한 편차(아래)

2018, 2024년 최고기온(위) 최고 지표온도(아래) 시계열

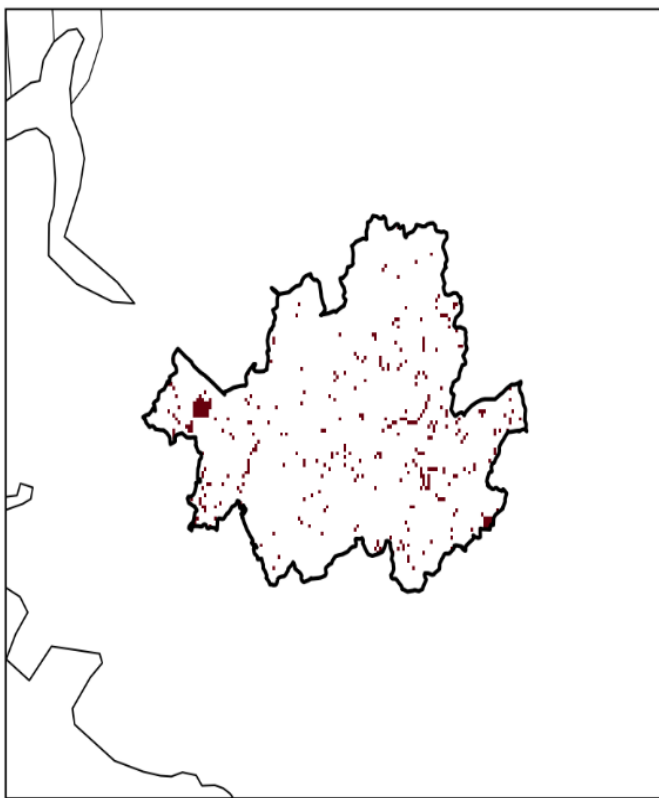
- 두 자료는 전반적으로 매우 유사한 시간 변동성을 보이며 계절 흐름과 주요 고온 시기 역시 잘 일치함.
- 그러나 LST는 지표 특성에 직접적으로 반응하기 때문에 일별 변동폭이 ASOS 기온보다 상대적으로 크게 나타난 것으로 보임.

한반도 폭염 장기 경향성 추출 ④ — 도시개발과 폭염일수

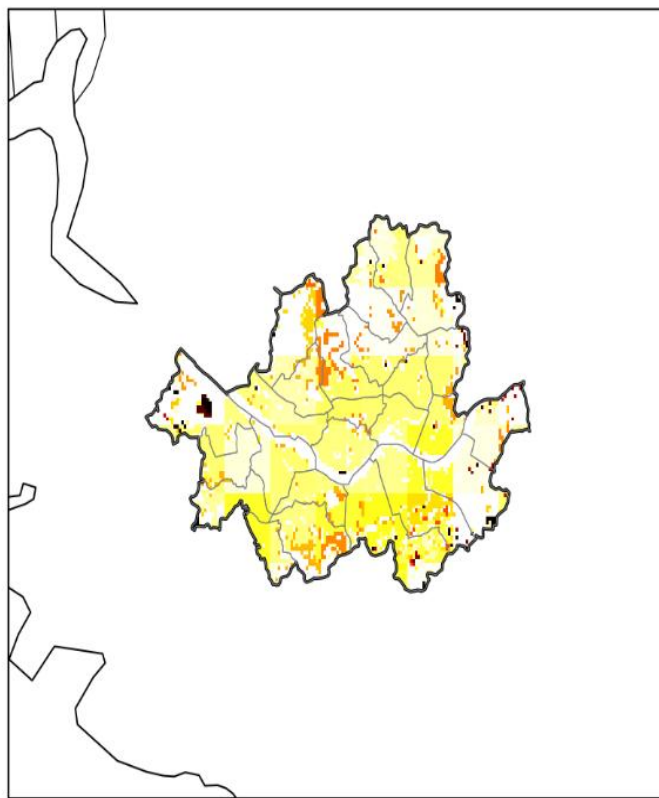
마곡 개발단지·위례 신도시 등 개발지에서 폭염일수 급증 — 도시계획 지오테크의 근거자료

지상관측지점 기반 폭염 공간분포 비교 - 상세화

Newly urbanized grid cells in Seoul
(2011 → 2018, 300 m land cover)



Seoul grid cells with increased HWD
(2018-2024 vs 2011-2017)



- 도시가 된 곳에서 폭염일수가 더 높게 증가한 것을 확인할 수 있음
- 특히 강서구 마곡 개발단지, 송파구 위례 신도시 등의 개발로 인해 폭염일수가 크게 증가한 사례 등을 확인 가능함



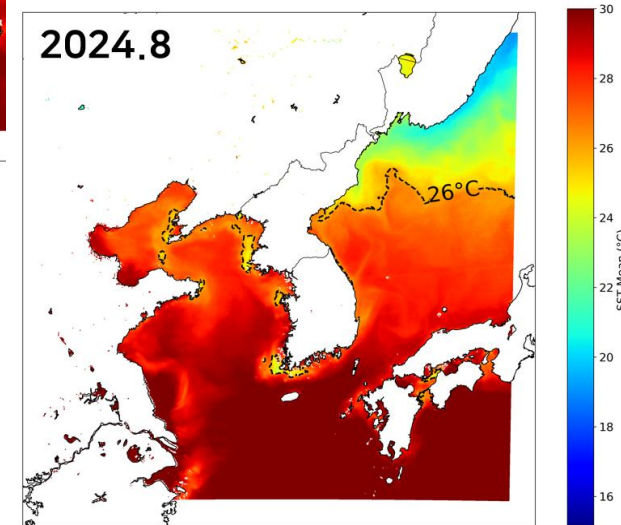
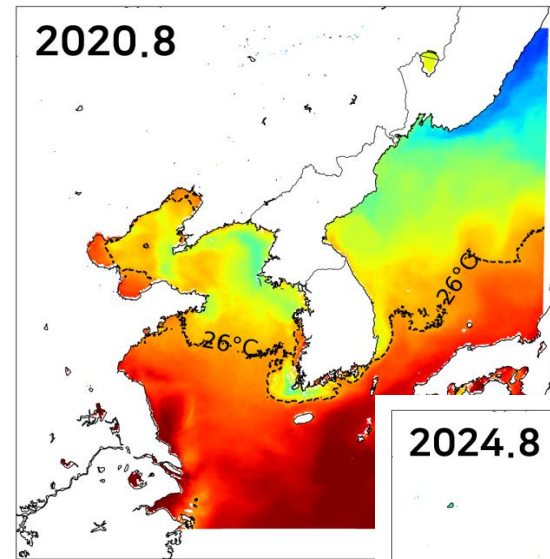
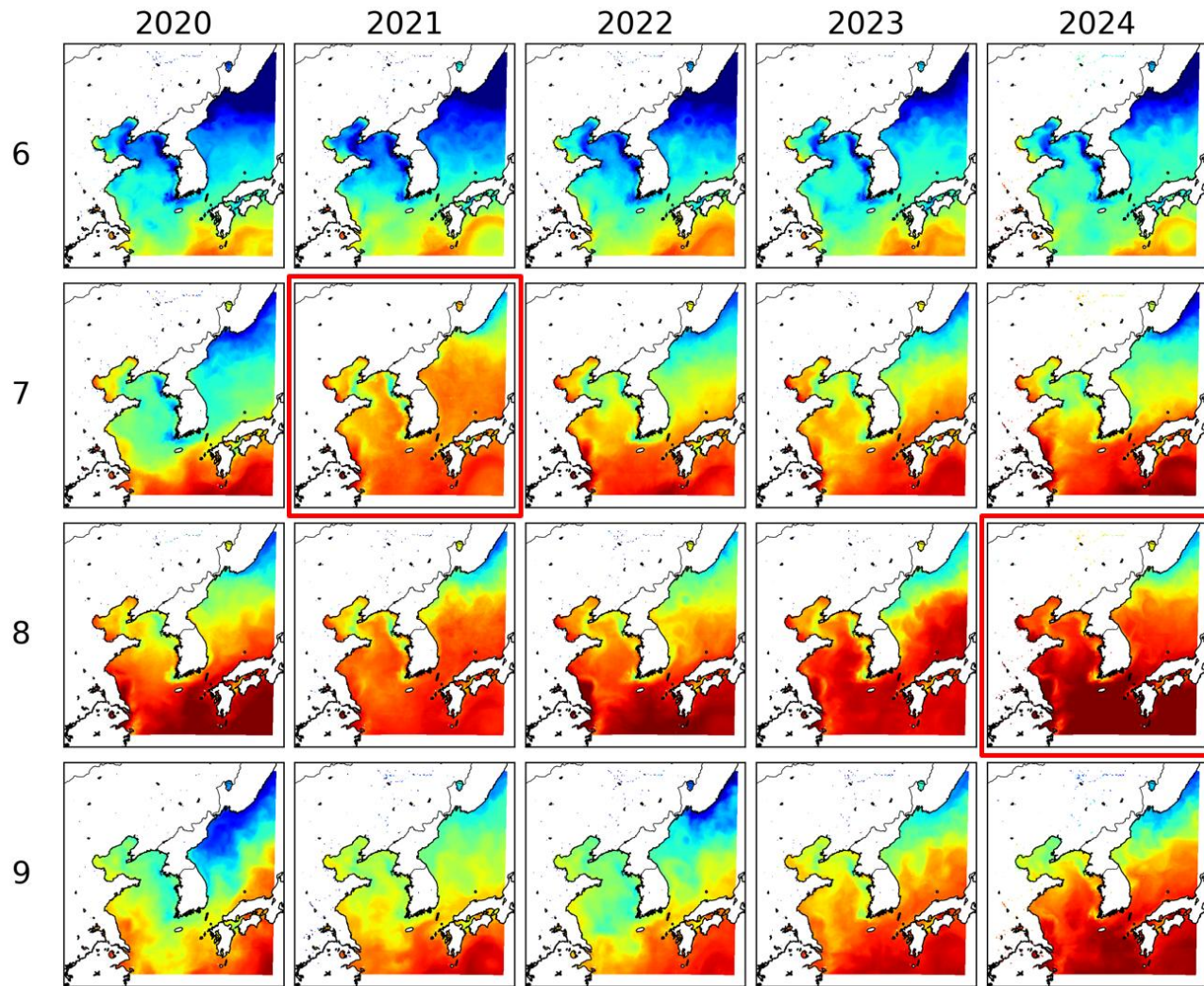
2011

2024

한반도 연근해 해양열파 경향성 ① — 해수면온도 월평균장의 연 변화

서해·남해안 부근 여름철 26°C선의 북상 — 양식·수산 리스크의 조기 신호

GK2A 해수면온도 월평균장의 연 변화



- 서해 및 남해안 부근의 여름철 26°C선이 북쪽으로 확장

한반도 연근해 해양열과 경향성 ② — 2026년 봄철 해양기후 특성

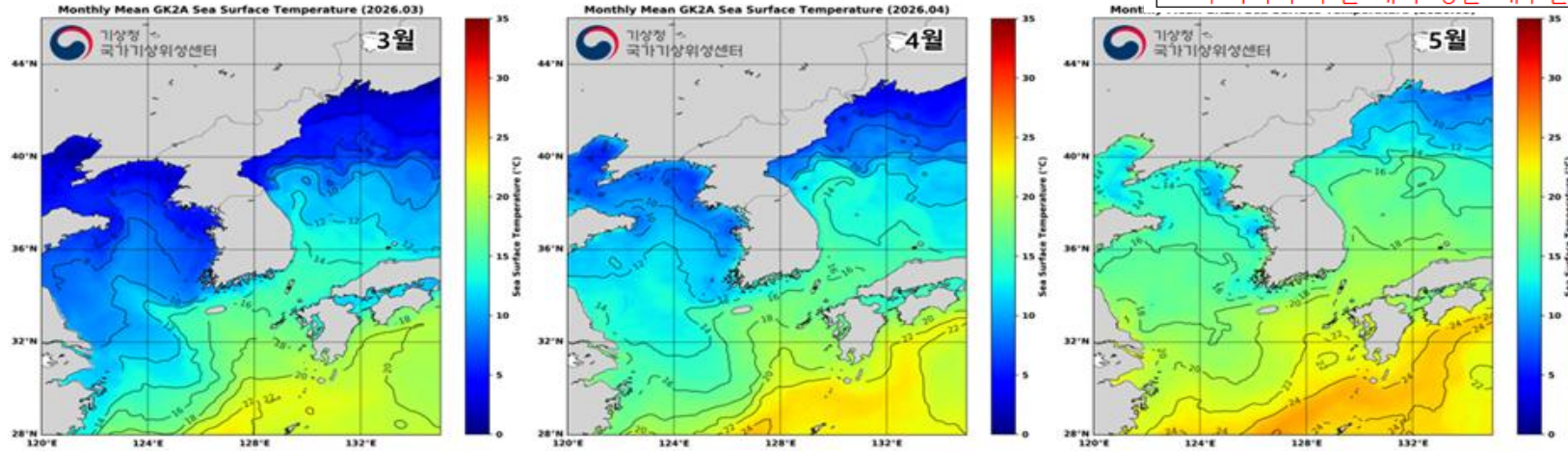
천리안위성 2A호 기반 우리나라 해역의 해수면온도 분포와 평년 편차

2026년 봄철 우리나라 해역 해양기후 특성

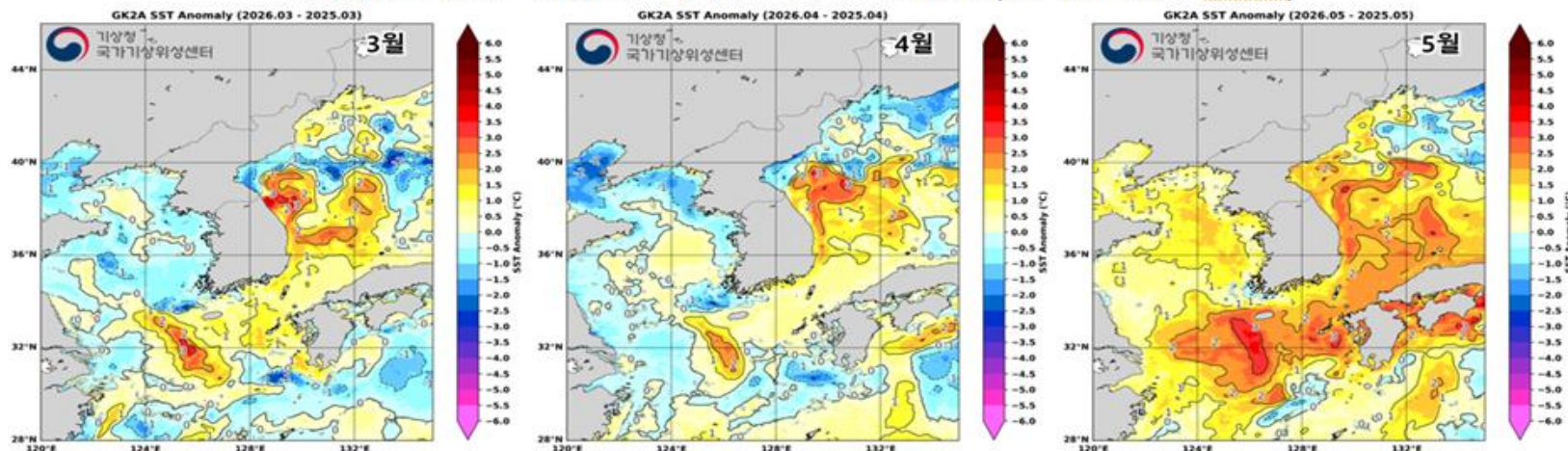
[2026년 봄철 기후특성]

올해 봄철, 평균기온 역대 2위로 기온 상승 추세 이어지고 강수 변동 커

- 평균기온 13.3℃, 중위도 대기 파동 강화와 열대 해양의 대류 억제 영향으로 3월 하순~4월 중순~5월 중순에 고온 지속되며 잦은 이상고온 발생. 5월 폭염일수(0.5일) 역대 2위
- 강수량(268.1 mm)과 강수일수(24.6일) 평년 수준, 4월 상순 이틀에 한 번 잦은 비, 5월 한 차례 많은 비 집중, 시기별 큰 강수 변동
- 우리나라 주변 해역 평균 해수면 온도는 14.0℃로 두 번째로 높아



2026년 봄철 월평균 해수면 온도 분포도(천리안위성 2A호)



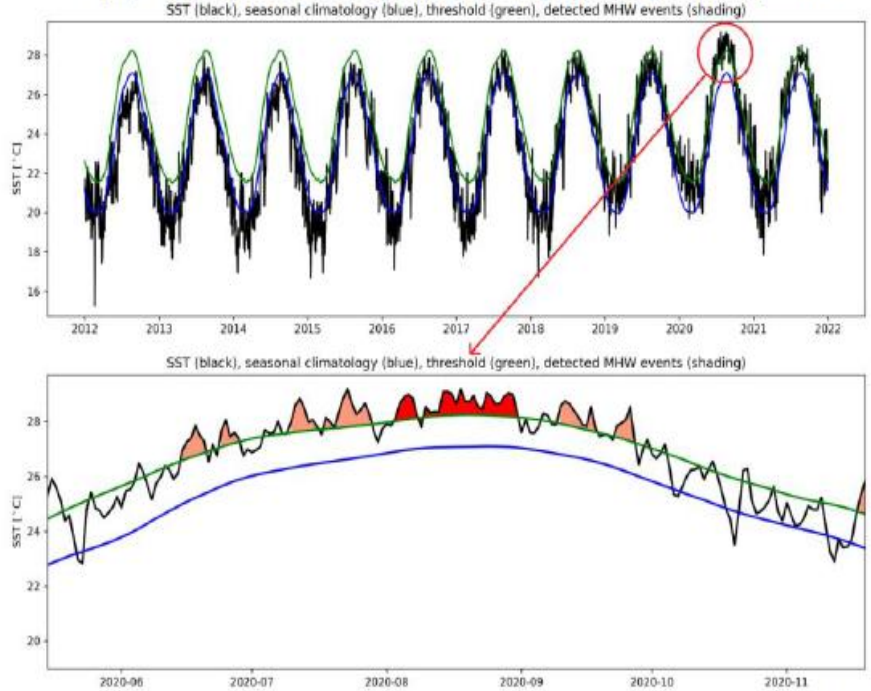
2026년 봄철 전년 대비 해수면 온도 편차 분포도(천리안위성 2A호)

한반도 연근해 해양열파 경향성 ③ — 선행연구와의 비교

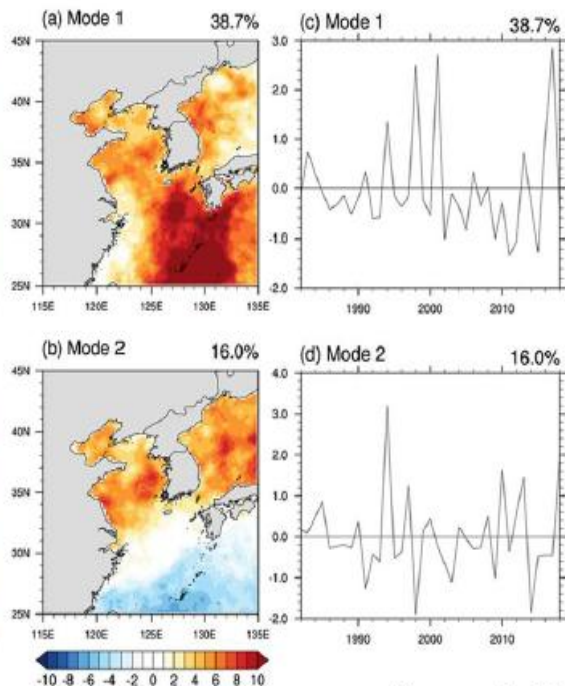
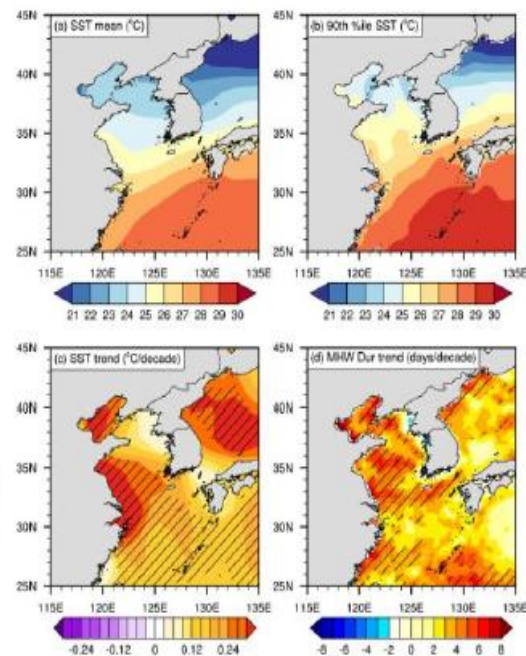
국내 해양열파 선행연구 사례와 위성 기반 산출 결과의 정합성 검토

천리안기상위성 기반 해양열파 장기 경향성 추출

<한국 해양열파 선행연구 분석 사례>



(Woo et al., 2024)



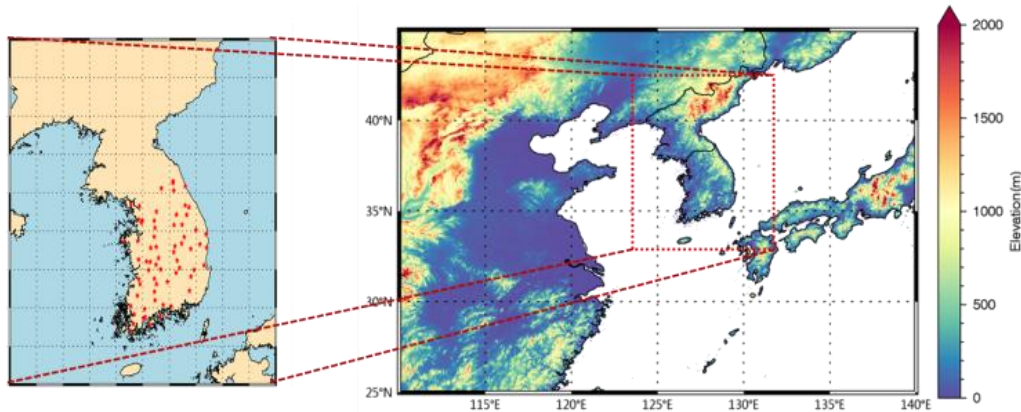
(Lee et al., 2020)

- 천리안기상위성 해수면온도(SST) 기반 한반도 연근해 해양열파 장기 경향성 추출(열파 빈도, 강도 등)
- 해양열파 발생 mode에 대한 분석(재분석 자료 기반)

가뭄(돌발가뭄) 감시 ① — 마이크로파 위성 토양수분 품질 비교

AMSR2·GLDAS는 자료 간 상관성이 낮고 오차가 큼 → 자체 산출 기술의 필요성

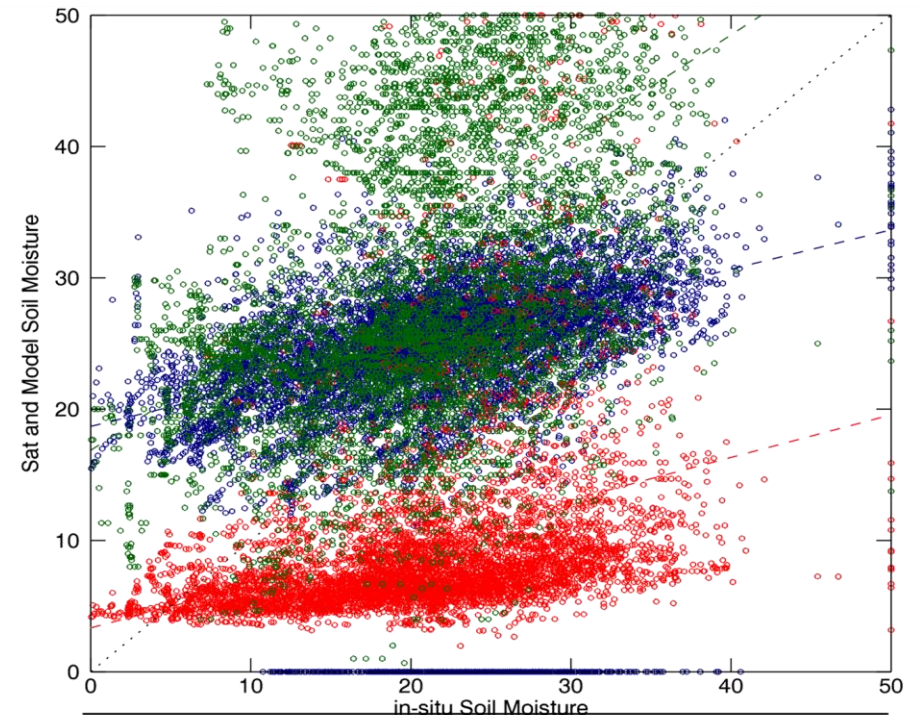
한반도에서의 마이크로파 위성 토양수분 품질 비교



- **GCOM-W1/AMSR2(JAXA)** (local time is 13:30)
- **GLDAS모델**: 매 15시 자료
- **AMSR2(NASA)**: 7일 이동평균 자료
- 지상관측과 가장 가까운 지점 매칭
 - GLDAS (Global Land Data Assimilation System) : 전지구 지면자료동화 모델 자료
 - AMSR2 (Advanced Microwave Scanning Radiometer-2): GCOM-W1 위성에 탑재된 마이크로파 센서
 - JAXA : 지표면 복사모델 기반, 아시아 지역의 지상 관측자료를 바탕으로 튜닝 및 최적화
 - NASA: SMAP 위성 공식 알고리즘으로 잘 알려진 단일 채널 알고리즘 방식을 AMSR2 자료에 적용한 것으로, 특정 편파 채널을 집중적으로 활용

- 마이크로파 위성 기반 토양수분은 자료간의 낮은 상관성, 큰 차이
- GLDAS는 지상관측 토양수분과 비교했을시, 유의미한 상관성을 보이나, 큰 오차를 가짐

Satellite/Sensor	Spatial Resolution	Unit
GCOM-W1/AMSR-2 (JAXA, NASA)	25 × 25 km	%
GLDAS	0.25° x 0.25°	cm**3/cm**3

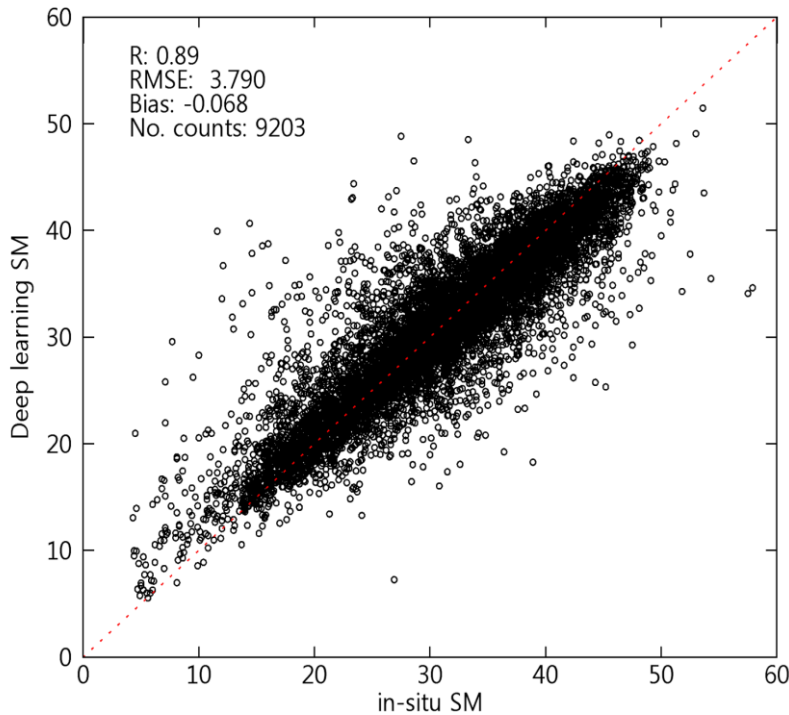


	GLDAS	AMSR-2 JAXA	AMSR-2 NASA
R	0.54	0.30	0.38
RMSE	7.65	14.45	19.48

가뭄(돌발가뭄) 감시 ② — AI 토양수분 산출 기술 개발

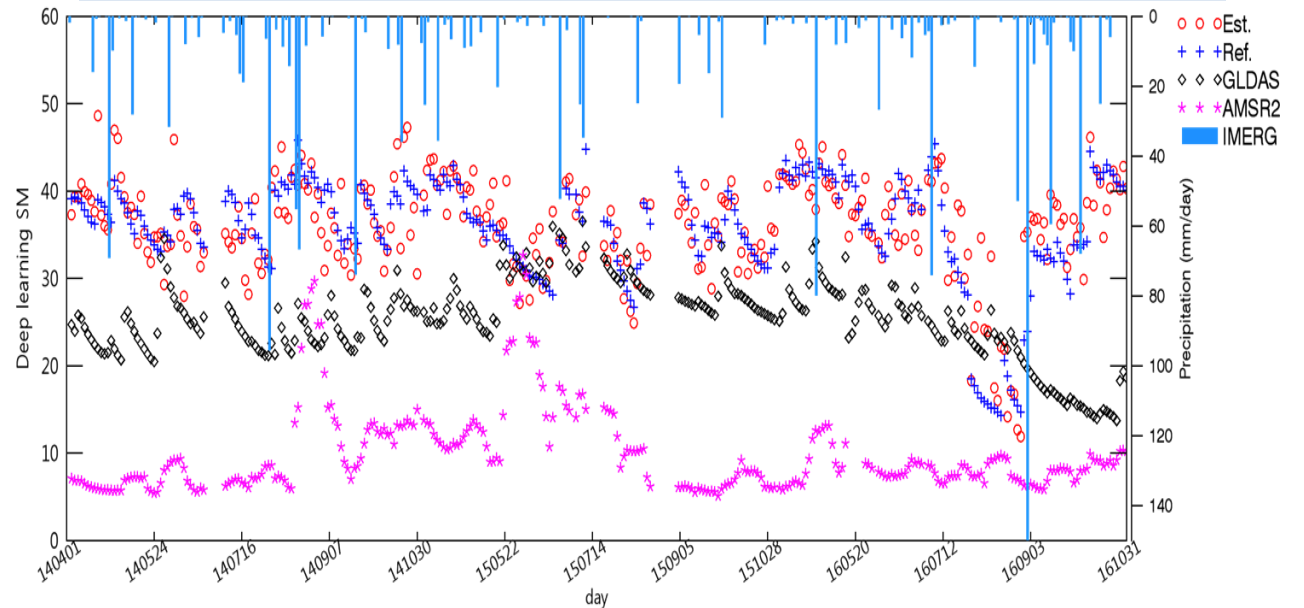
R 0.89 / RMSE 3.79 — GLDAS·AMSR2 대비 정확도를 크게 개선

AI 토양수분 산출 기술 개발



	DL	GLDAS	AMSR2
R	0.89	0.36	0.22
RMSE	3.79	9.07	20.64
Bias	-0.07	-4.20	-17.77

Youngcheon (R: 0.87/RMSE: 3.10/Bias: -0.157)



- ❖ 훈련자료 구성 ('13-'15, 전체 총 75개의 변수 활용, 16250 rows)
 - **COMS**(min/max/avg): **LST,INS,OLR,IR1,IR2**
 - **AWS**(min/max/avg): Ta, Hm(std), 12/24h 누적 일 평균 강수량(-7days)
 - **MODIS**: NDVI, albedo(가시, 근적외, 단파적외)
 - **diff** (today-yesterday): LST, INS, OLR, IR1/2, Ta, Hm, NDVI, albedo
 - **Julian day**

- ❖ 검증자료 구성 ('16) : 5746 rows

가뭄(돌발가뭄) 감시 ④ — 우리나라 두 가지 유형의 가뭄

과소 강수형(2015년) vs 폭염·과다 증발산형(2018년) — 원인이 다르면 대응도 달라집니다

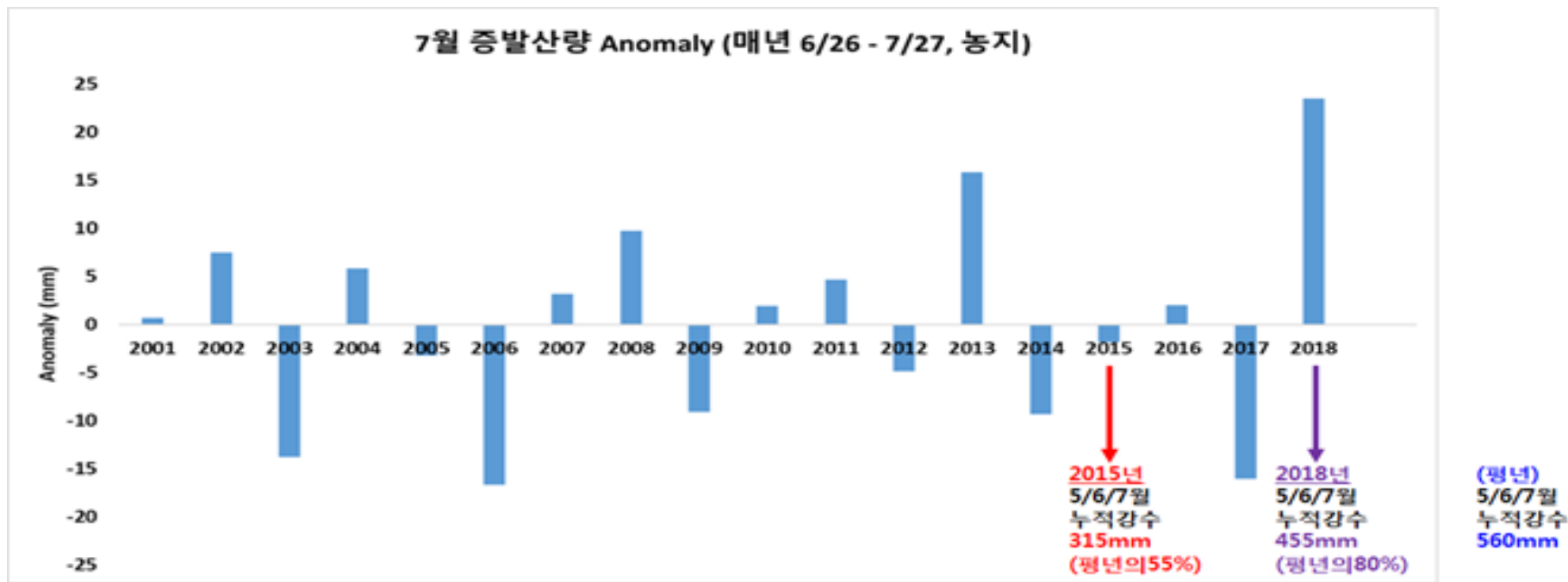
<우리나라 두가지 유형의 가뭄>

(1) 과소 강수에 의한 가뭄(2015년)

(2) 폭염 및 과다 증발산에 의한 가뭄(2018년)

사용 자료

- 2001. 1. 1. ~ 2018. 7. 27.
- MODIS위성 증발산량 (500m 해상도, 8일 합성자료)

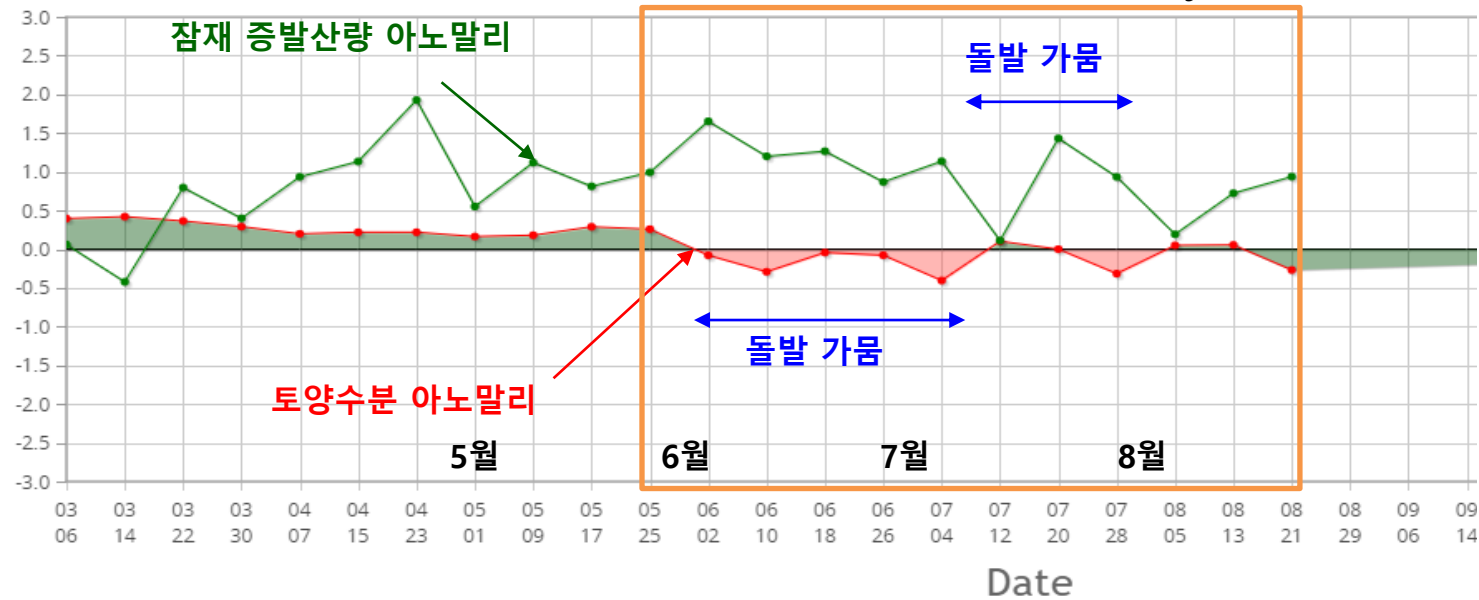


- 2018. 7월 증발산량 Anomaly 매우 크게 나타남 (+23.5 mm)
- 2017년 폭염으로 인한 지표면에서의 물의 소비가 이례적으로 많았음 ⇒ 2018년 7월 폭염의 심각성
- 2008년: 1994년 이후 최악의 폭염으로 인해 폭염 특보제가 도입된 해
- 2013년: 1973년 이래 전국 평균 최고기온이 가장 높았던 해)의 증발산량도 2018년보다는 다소 적었음

돌발가뭄을 먼저 보면, 손해율을 먼저 낮춥니다

'23 농작물재해보험 부지급률 약 21% — 위성 토양수분 지수로 베이스 리스크 보완

강릉 GK2A AI 토양수분 & AI 증발산량 anomaly ■강릉시:토양수분 Anomaly:2025 ■강릉시:잠재 증발산량 Anomaly:2025



두 달 새 강릉 바짝 말린 '돌발가뭄'... 대형 산불 같은 재난 부른다

사회

'저수율 17%' 강릉, 폭염으로 수분 증발한 '돌발가뭄'

이현정, 한지은 기자
입력 2025-09-03 00:50 | 수정 2025-09-03 00:50

증발량이 강수량보다 1.5배나 많아... 반토막 강수량과 겹쳐 극한 가뭄
전국 100mm 비와도 강릉엔 1mm
저수율 역대 최저에 재한급수 시행... 농업용수 공급 중단 초읽기 들어감

기후변화가 부른 '복합 재난' 위기

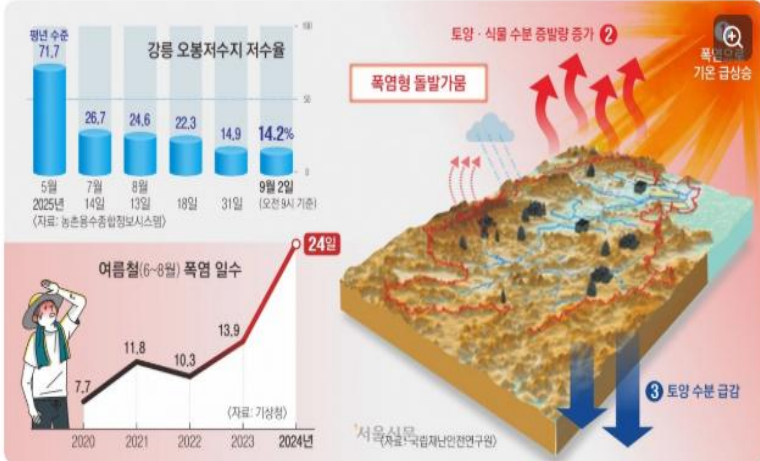
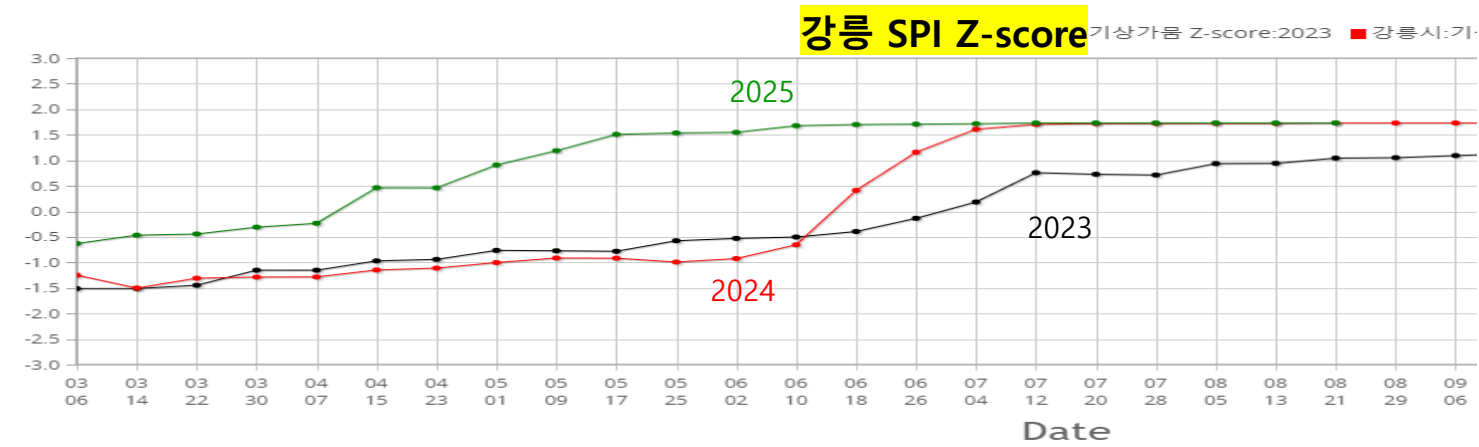
폭염·강수 부족 탓 수자원 증발 가속
토양·식물 메말라 산불 등 확산 우려
대형 저수지 의존 '중앙집중식' 한계
"지하댐 확충하고 습지·산림 보전을"

강릉시: 강릉시: 토양수분 Anomaly: 2025

강릉시: 잠재 증발산량 Anomaly: 2025

강릉시: 강릉시: 토양수분 Anomaly: 2025

강릉시: 잠재 증발산량 Anomaly: 2025



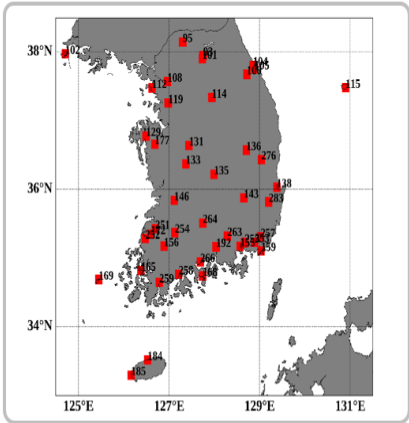
태양광 사업지원을 위한 AI 일사량 산출 및 활용

지상 약 67km 간격의 관측 공백을 2km 격자로 — 육·해상 전천(All-sky) 일사량 제공

고품질, 고해상도 GK2A 일사량 자료 육·해상, 전천(All-sky) 제공 → 태양광 에너지 사업지원을 위한 기상자원지도 생산

관측 공백 측면

기상청 일사 관측 해상도 약 67 km
(WMO 권고 해상도: 25 km)



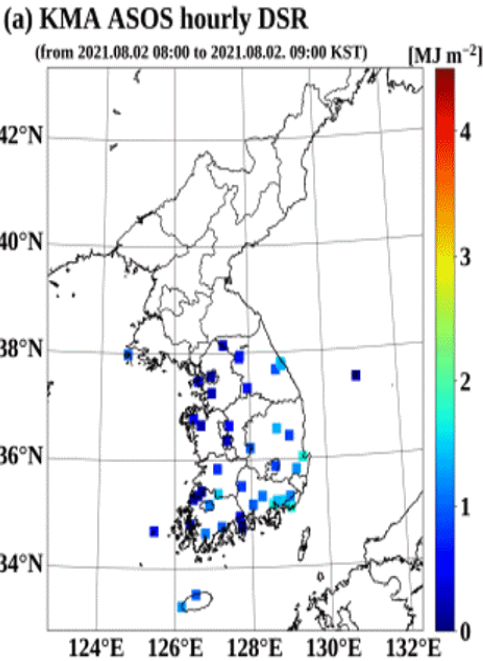
- 유인(23개소)+무인(21개소)→ 한정된 자원으로 인한 실시간 기기 관리 어려움
- 변동성이 큰 일사량 → 일관성 검사를 통한 품질 관리 어려움

품질 관리 측면

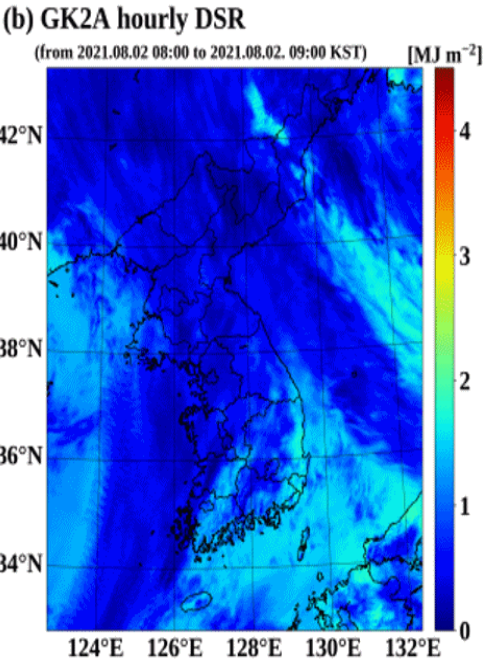
대기 환경에 따른 관측 오차 존재
(황사, 강수, 이슬 등)



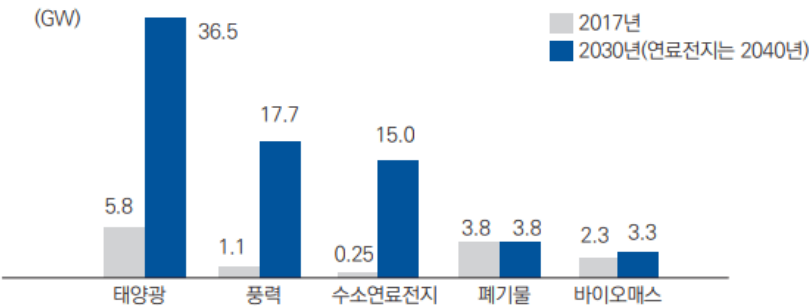
기상청 종관 기상관측소 일사 (1시간 간격 / 약 67 km)



AI GK2A 일사량 (1시간 간격 / 2km)



<정부의 신재생에너지 보급 목표>

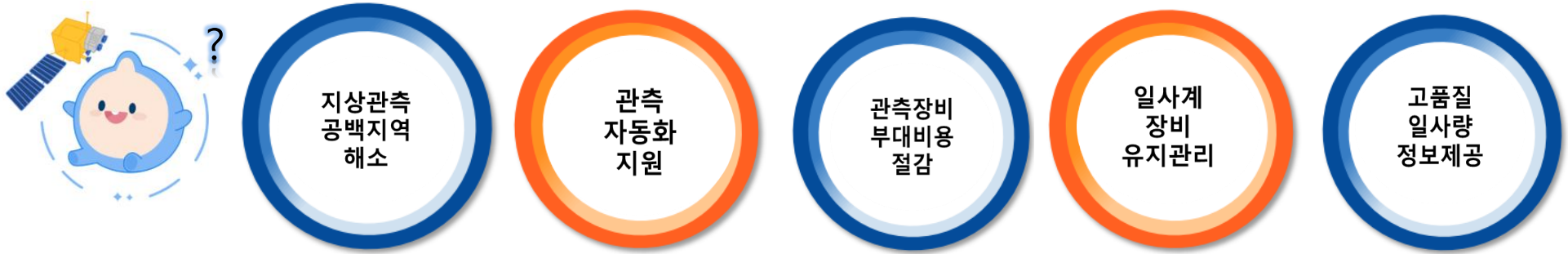


출처: 산업통상자원부

천리안위성 기반 AI 일사량의 역할

지상 일사계 품질관리 + 재생에너지 사업 지원용 일사량 기상자원지도 제공

AI 일사량 활용 지상일사계 품질 관리와 재생에너지사업 지원 일사량 자원지도 제공



천리안위성 AI 일사량 활용 장비 관리

인공지능 기반 천리안위성 2A호 일사량

AI기반 GK2A 일사량 자료를 활용한 기상관측통계자료품질검사가 개발

일사-일조상호비교, GK2A 일사분석값등을 활용한 오류자료 검출 알고리즘 개발

AI기반 GK2A 일사량 자료를 활용한 일사계 장비 유지 관리

AI기반 GK2A 일사량 분석자료를 참고하여 분기별 일사계 교정대상 선정

* 일조시간 - 대기외복사량 vs 일사량 비교

신재생에너지사업지원을 위한 AI기반 GK2A 일사량 API 서비스

API 서비스 제공 체계 구축을 통한 실시간 일사량 자료 서비스

* 한반도 영역/1시간 누적(MJ/m)

한반도 일사량 기상자원지도 작성

2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	...
COMS (11.05.~20.03.)										GK2A (19.08.~)			

인공위성 1시간 누적 일사량

인공위성 월별 일 평균 누적 일사량

예. 2021년 1월 예. 2021년 4월

인공위성 연별 일 평균 누적 일사량

예. 2020년

인공위성 일 누적 일사량

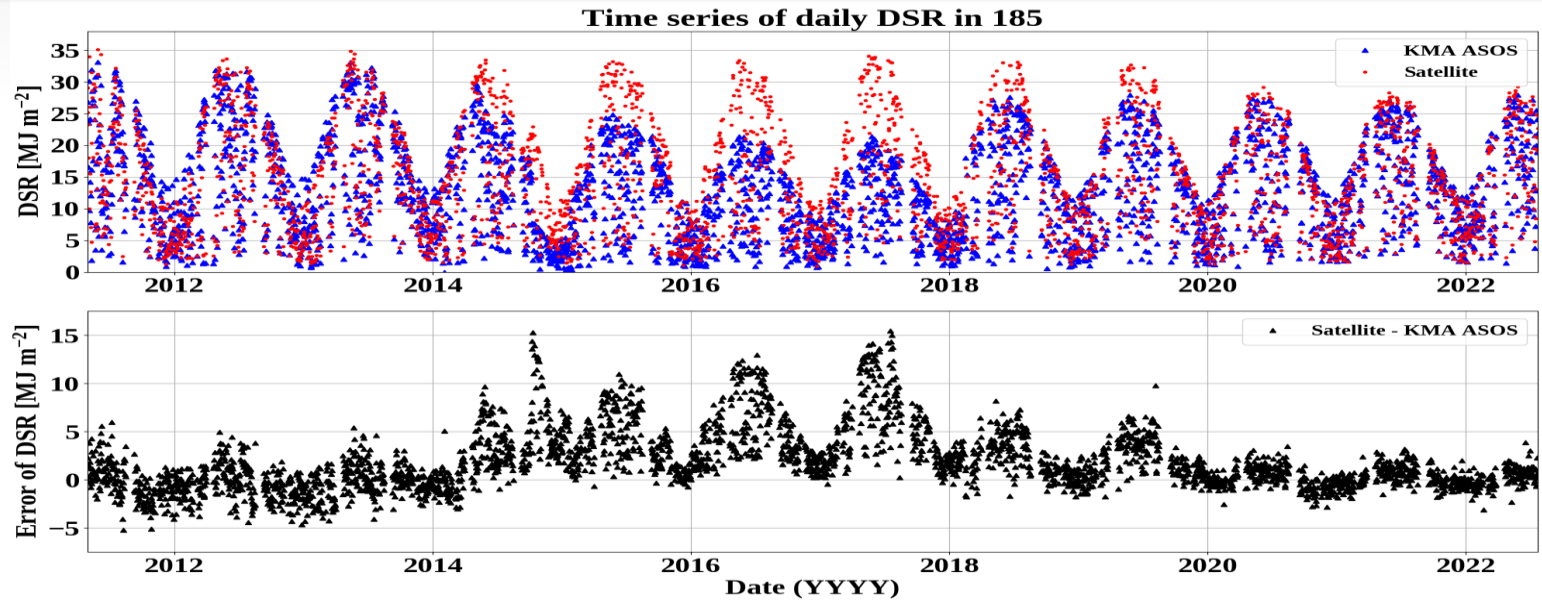
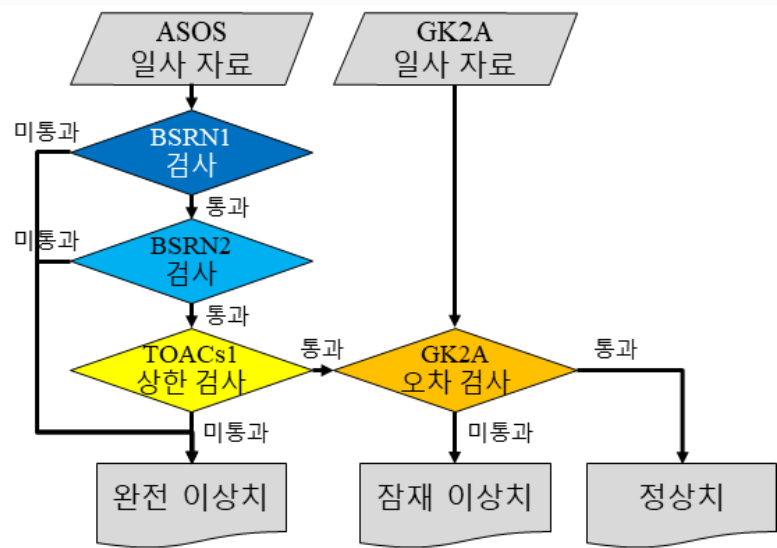
예. 2021년 7월 20일

예. 2021년 7월 예. 2021년 10월

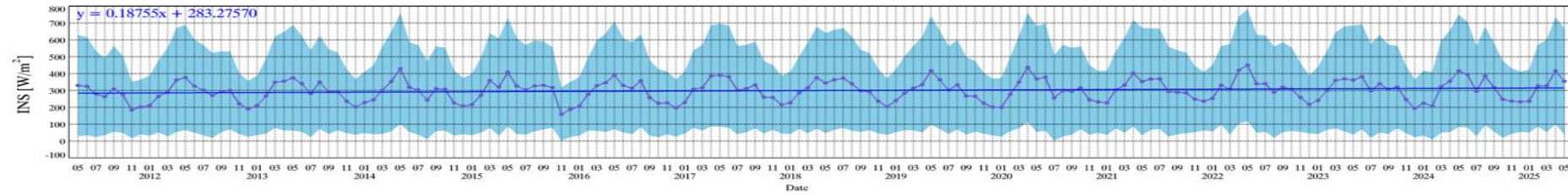
예. 2021년

AI 일사량 활용 지상일사계 품질관리 및 지상관측자료 비교

위성-지상 편차로 장비 이상을 조기 진단 — 설비 O&M 지오테크의 원형

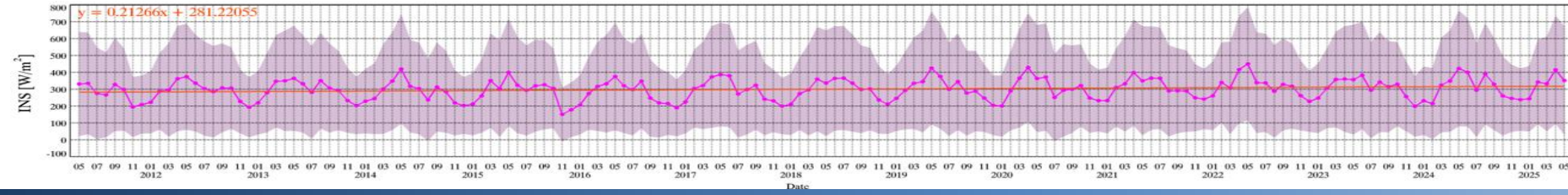


[천리안위성 AI기반 월평균 일사량(관측소 전 지점)]



천리안위성 AI 일사량

[기상관측(ASOS) 월평균 일사량(관측소 전 지점)]



기상관측 일사량

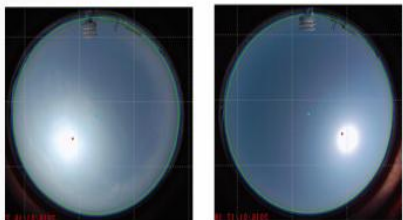
AI 일사량 — 친환경에너지사업 지원

호남지역 재생에너지 지원 기상기후서비스 시범모델 개발에 활용 (광주지방기상청)

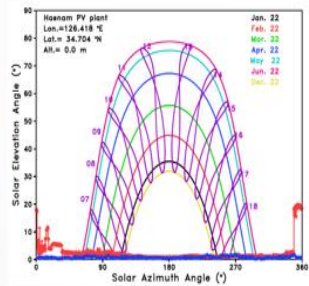
❖ 천리안위성 2A호 고품질 일사량자료- 호남지역 재생에너지 지원 기상기후서비스 시범모델 개발에 활용

❖ 테스트베드 (해남 솔라시도 태양광발전단지)

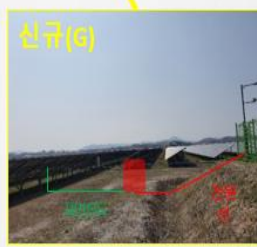
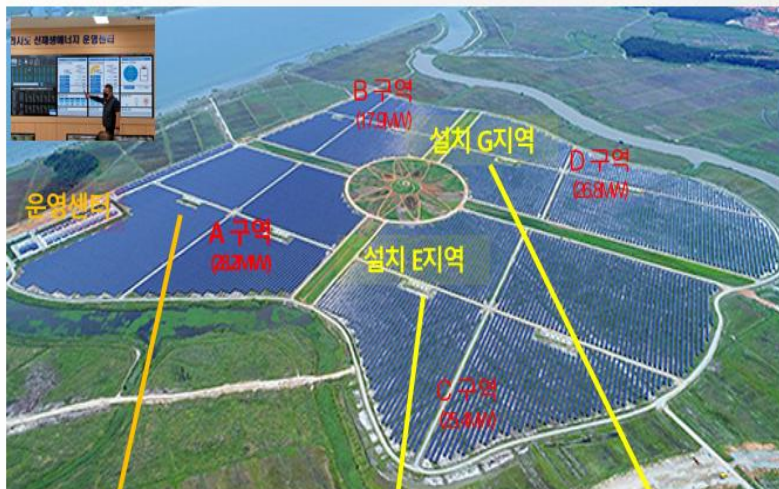
- 2022년 4월 6일: 기상장비 설치장소 선정 협의
- 2022년 4월 20~22일: 기상장비 2개조 설치
- 2022년 4월 30일: 수집자료 테스트 완료
- 2022년 5월 1일: 관측 시작
- 2022년 6월 15일: 과거 발전량 자료 수집



E지점과 G지점의 3Dcam 이미지



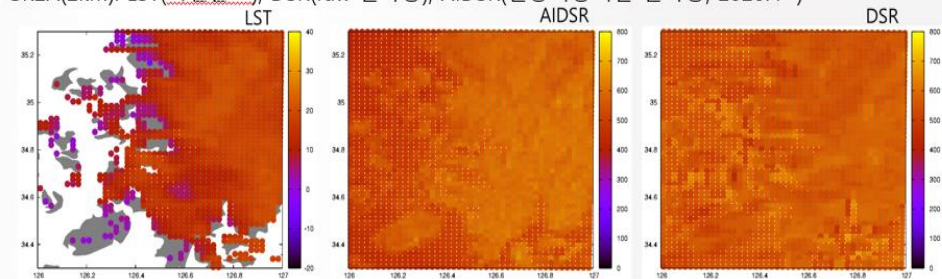
3Dcam 이미지 분석을 통한 천기도와 skyline



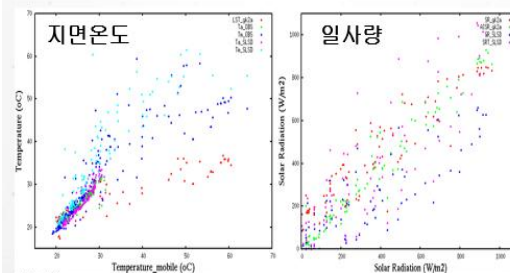
천리안위성 2A호 자료

- ❖ 천리안위성(GK-2A) 일사량 수집 및 분석
- GK2A(2km): LST(지면온도), DSR(raw 일사량), AIDSR(인공지능기반 일사량, 2020.4~)

(자료제공:광주지방기상청)



(단위 : W/m²)



해남 솔라시도 GK-2A 지표면 온도와 일사량의 관측과 비교

해남 솔라시도 GK-2A 지표면 온도와 일사량의 관측과 검증

Variables	reference	Var_avg	Ref_avg	CC	Bias	RMSE
GK2A_DSR	SR_slcd (솔라시도 일사량)	440.38	385.67	0.93	54.71	122.20
GK2A_AIDSR		184.33	187.42	0.99	-3.09	42.30
SR_h		135.94	198.15	0.91	-62.22	146.10
SR_t		202.75	198.15	0.91	4.59	122.27
GK2A_LST	ts_mobile (관측차량)	27.02	33.83	0.91	-6.80	11.46
Ts_slcd		30.81	29.83	0.88	0.98	5.08
Ts		33.72	29.04	0.87	4.68	7.41

AI 일사량 실시간 디지털 자료 및 자원지도 정보 제공

기상청 API 허브 → 융합기상 → 에너지 지원 (apihub.kma.go.kr)

API 다운로드 방법 기상청 API 허브(<https://apihub.kma.go.kr/>)
→ 융합기상 → 에너지 지원

친환경에너지 기상정보 플랫폼 구축 (기상청 기상융합서비스과)

융합기상

기상기후데이터와 에너지, 생활, 교통, 산업 등 타분야 데이터를 융합하거나, 융합에 특화된 데이터를 제공합니다.

고해상도 격자자료	에너지 지원	생활안전	교통안전	산업
개요	신재생에너지 등 산업용 지원을 위해 천리안2A호 데이터와 인공지능기반인 합성곱 인공신경망(CNN)을 활용하여 산출한 일사량 데이터입니다.			
요소	~ 천리안2A호 인공지능 기반 한반도 전천일사량(MJ/m²)			
지점	~ 천리안2A호 인공지능 기반 한반도(2km 해상도)			
보유기간	~ 2019. 7. 25. 00UTC ~			
생산주기	~ 매정시 20분(1시간 간격)/2019. 7. 25. 00UTC ~ 2023. 6. 26. 05UTC ~ 매정시 20분, 50분(30분 간격)/2023. 6. 26. 06UTC ~미생산			

1. 천리안2A호 인공지능 기반 한반도 일사량 자료 조회

데이터 소개 [참고자료](#)

투영법 [참고자료](#)

호출URL 정보

· 이미지

https://apihub.kma.go.kr/api/typ01/cgi-bin/sat/nphc:sat_ana_img?obs=si_ai&trm=202107100700&size=600&satz=8&map=H1&xps=9999&yp=9999&zoom=1.3&scene=ko&authKey=z0tzJT12Tx-cryU7dv8fFA

URL 복사

기상자원지도 태양광 기상자원지도 페이지입니다.

홈 > 기상자원 서비스 > 태양광 > 기상자원지도

조화

요소: 수평면 일사량

시간: 전체평균

지역 ☒ 위경도

시도 ☐ 시군구 ☐ 읍면동

조회하기

분포도보기 ☒ 범례보기

투영도 40%

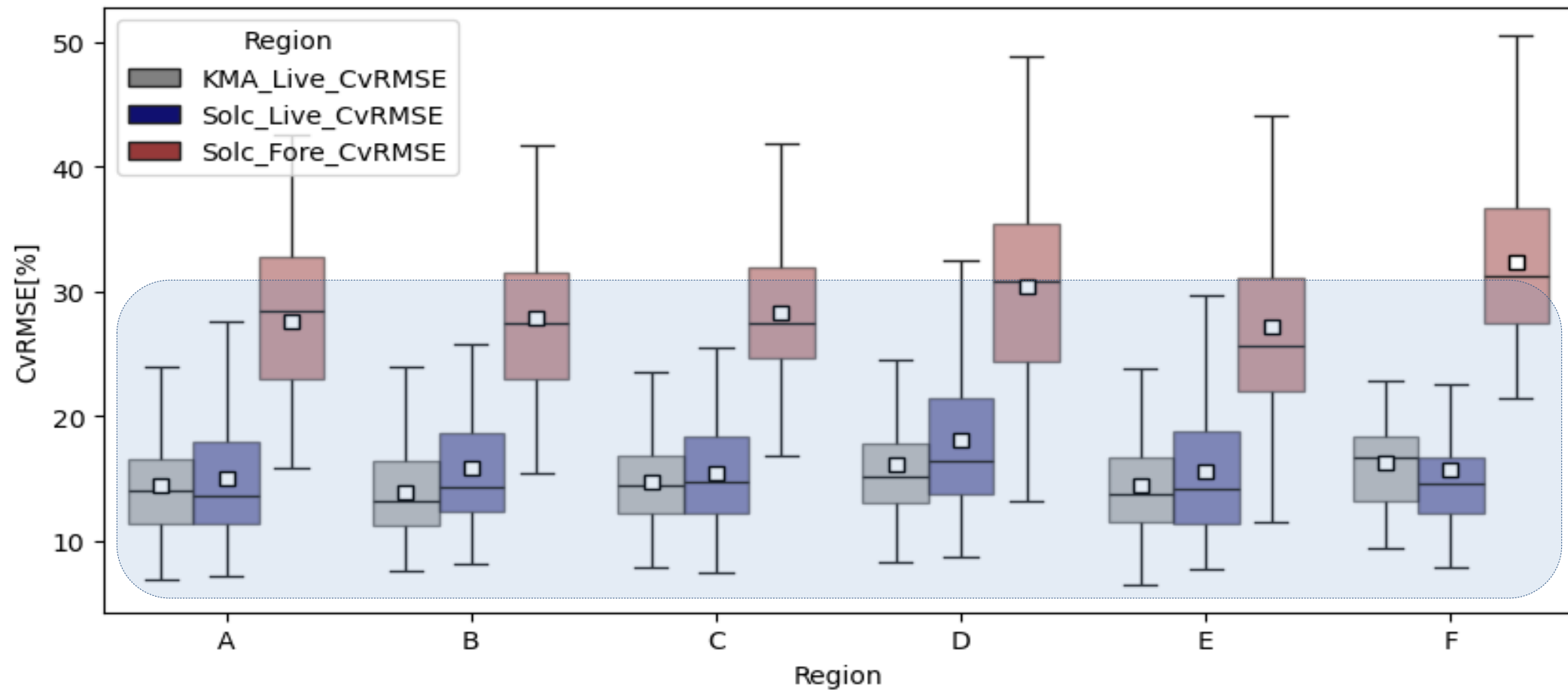
345 이상
340 ~ 345
335 ~ 340
330 ~ 335
325 ~ 330
320 ~ 325
315 ~ 320
310 ~ 315
305 ~ 310
300 ~ 305
295 ~ 300
290 ~ 295
285 ~ 290
280 ~ 285
275 ~ 280
270 ~ 275
265 ~ 270
Wint

태양광 기상자원지도

100 km

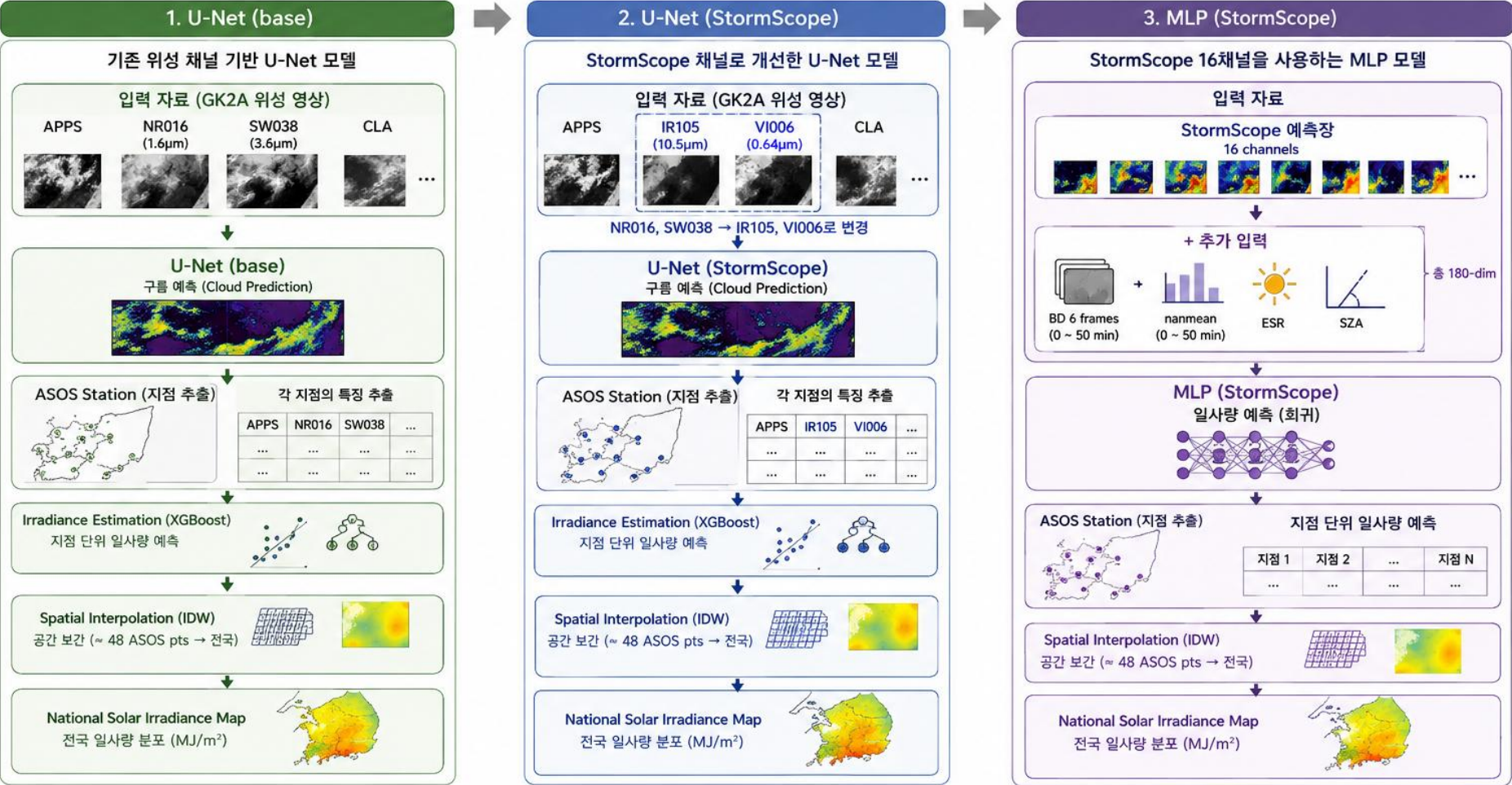
호주 Solcast사 일사량 자료와 비교 검증

cvRMSE 기준 비교(2023.04.02.) — 글로벌 상용 자료 대비 국산 자료의 경쟁력 확인



위성영상 예측 AI 모델 — 일사량 예측모델 개발

관측에서 예측으로 — 예측 정확도가 곧 재생에너지 정산 수익이 됩니다

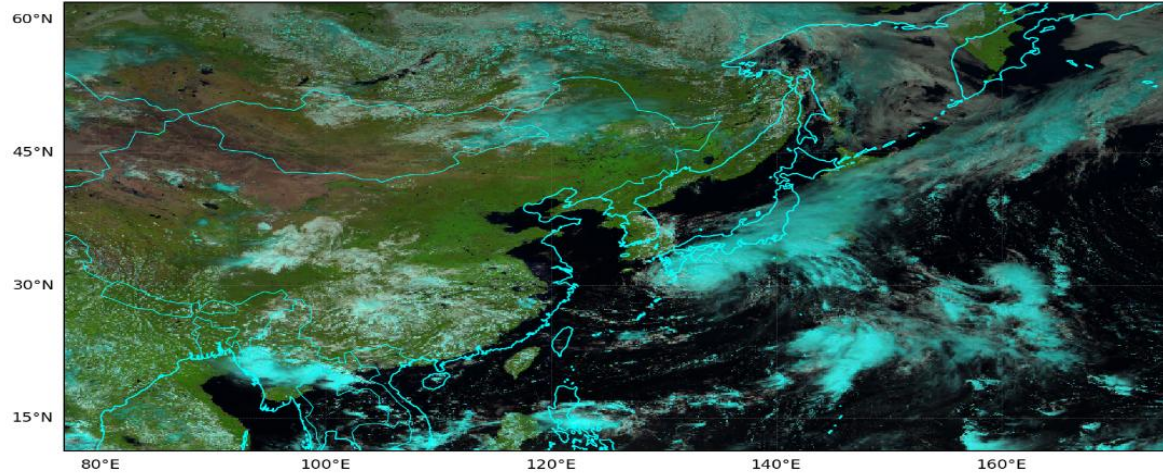


핵심 차이 한눈에 보기	U-Net (base)	U-Net (StormScope)	MLP (StormScope)	전체 목표 정확하고 고해상도의 전국 일사량 예측 (MJ/m ²)
	- 기존 위성 채널(APPS, NR016, SW038, CLA) - U-Net으로 구름 예측 후 XGBoost로 일사량 추정 - 공간 보간으로 전국 일사량 생성	- 문제 채널(SW038, NR016) → IR105, VI006로 교체 - 더 안정적인 구름 특징 학습 - 이후 과정은 base 모델과 동일	- StormScope 16채널 표현 + 시간/물리 정보 활용 - MLP가 직접 일사량 예측 (XGBoost 불필요) - 더 풍부한 정보로 성능 향상 가능	

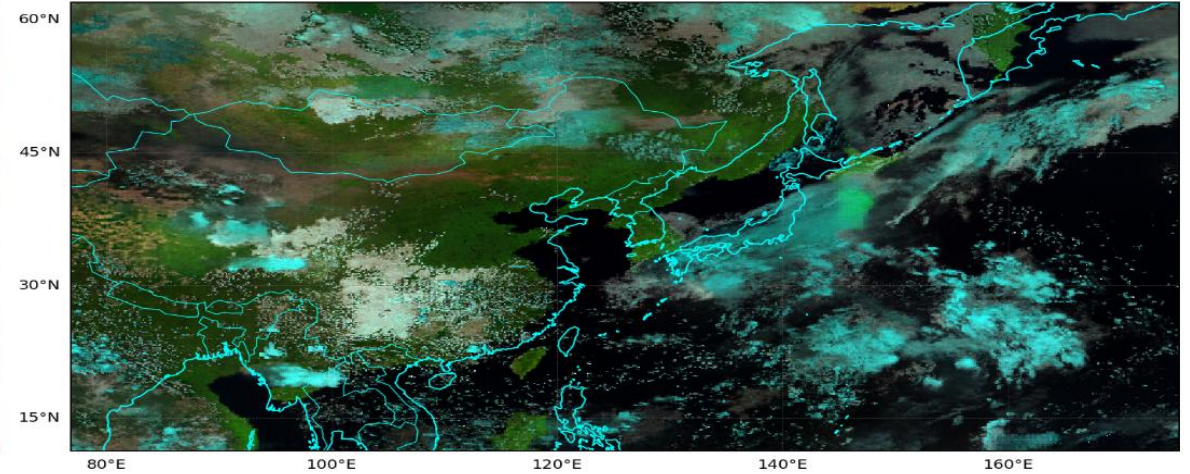
Diffusion AI 모델 기반 위성영상 예측 결과 ② — 예측 영상 비교

실황 대비 예측 합성영상 — 구름 이동 재현 성능 점검

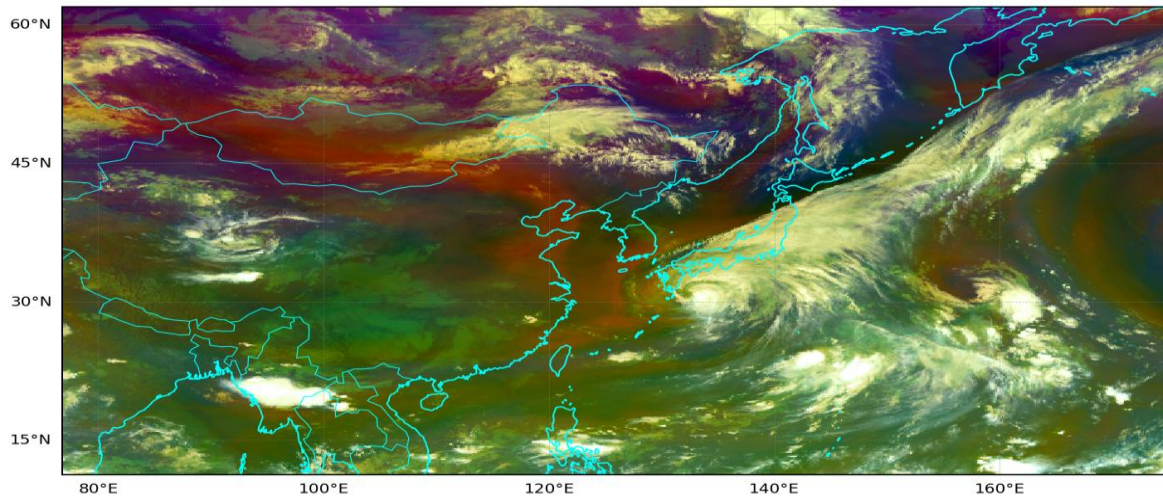
Natural Color RGB | +240min | Init: 2024-08-29 00:00 UTC | R=NIR1.6 G=VIS0.86 B=VIS0.64
OBSERVATION
2024-08-29 04:00 UTC (13:00 KST)



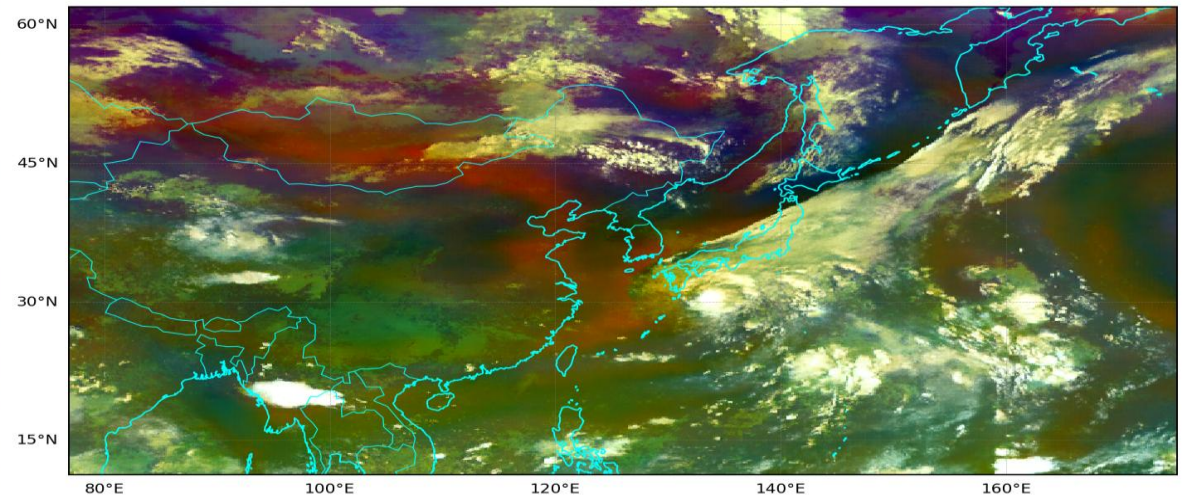
FORECAST (+240min)
16ch 6steps (Shanshan)



Airmass RGB | +120min | Init: 2024-08-29 00:00 UTC | R=WV6.3-WV7.3 G=IR9.6-IR10.5 B=WV6.3(inv)
OBSERVATION
2024-08-29 02:00 UTC (11:00 KST)



FORECAST (+120min)
16ch 6steps (Shanshan)

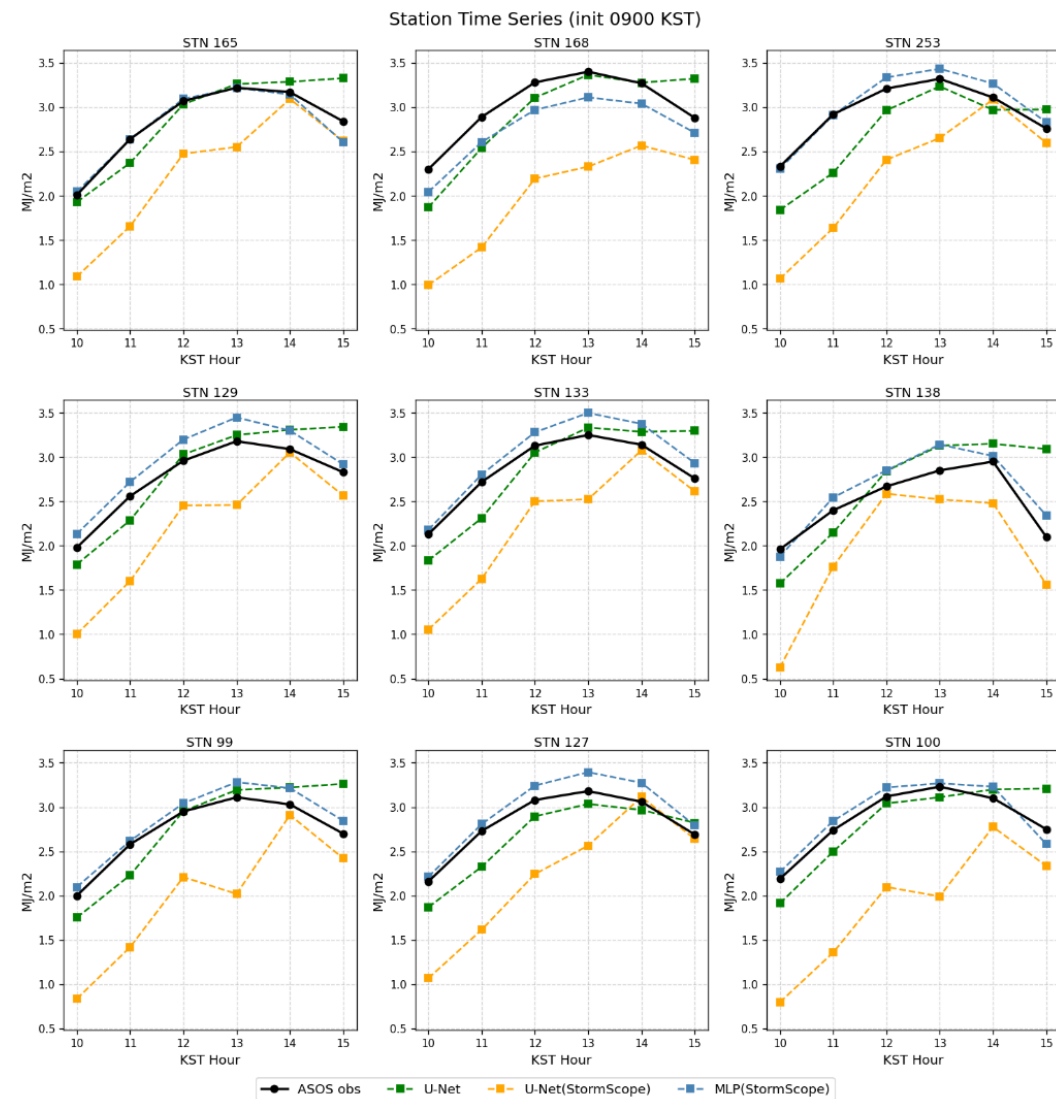
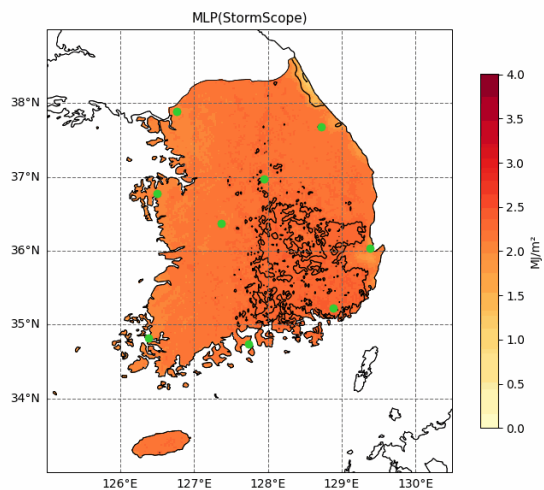
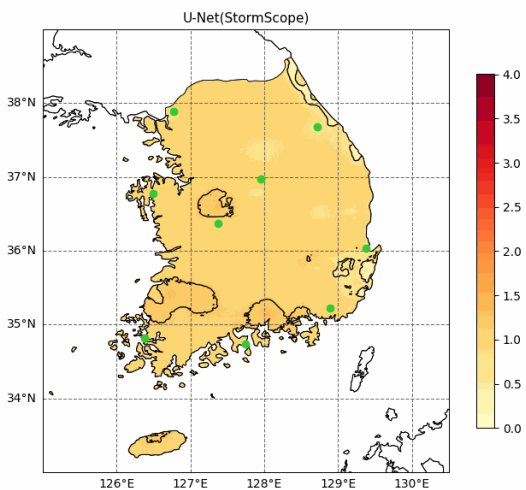
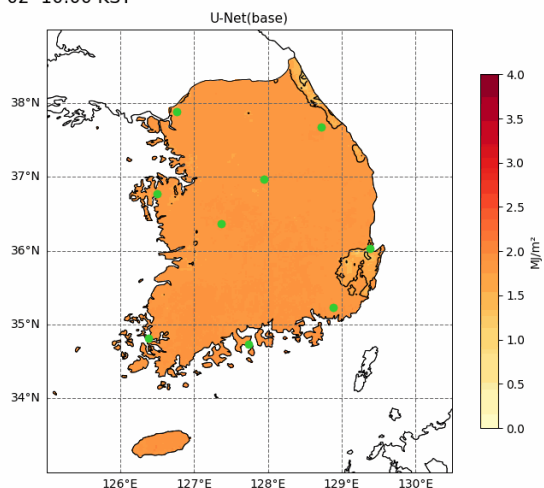
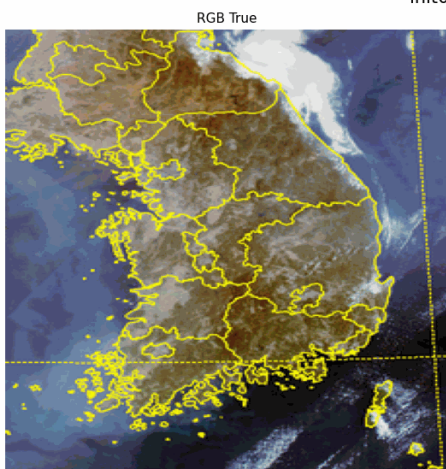


일사량 예측 결과 ① — 맑은 날 (2023.04.02.)

Storm Scope를 적용한 MLP-U-Net 모델 기반 예측 성능

2023.04.02. Clear sky

init0900 | 2023-04-02 10:00 KST

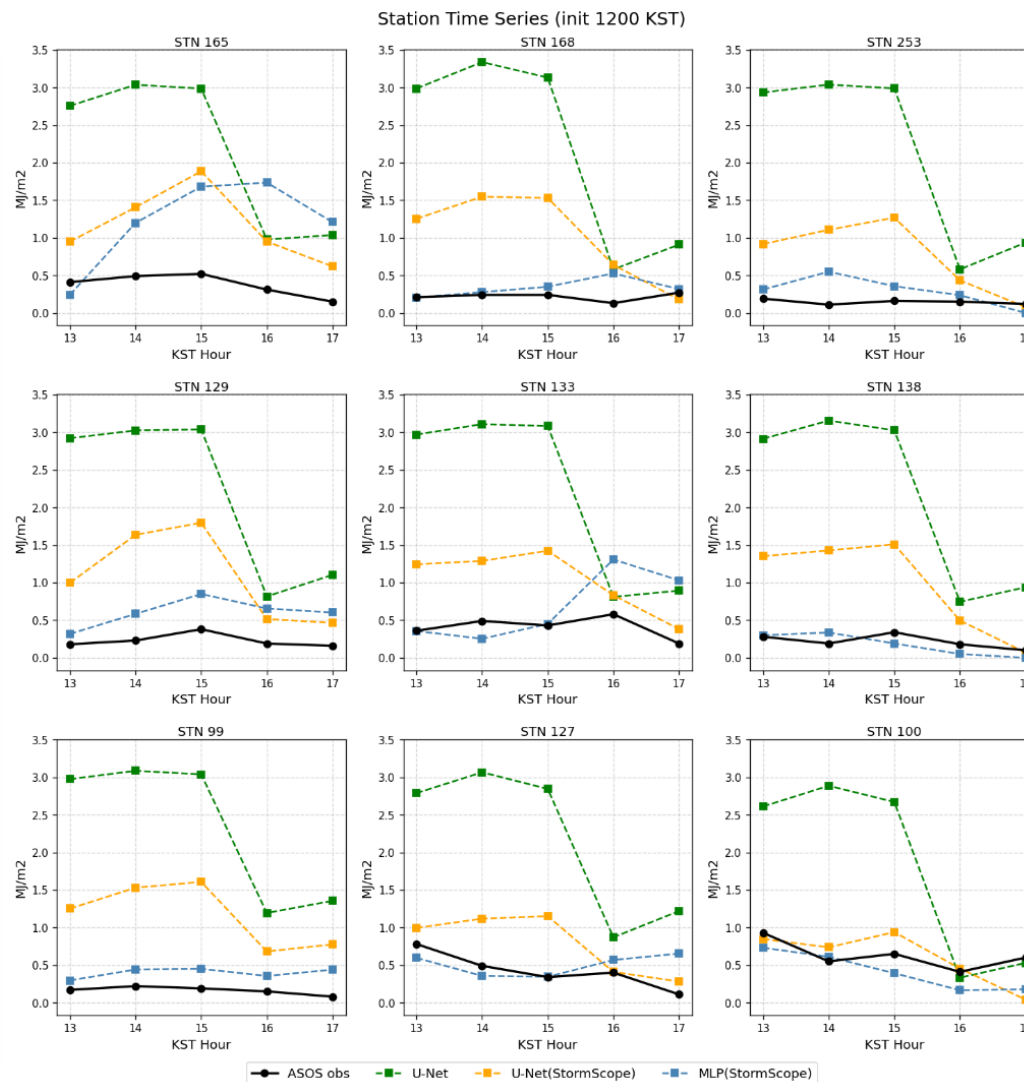
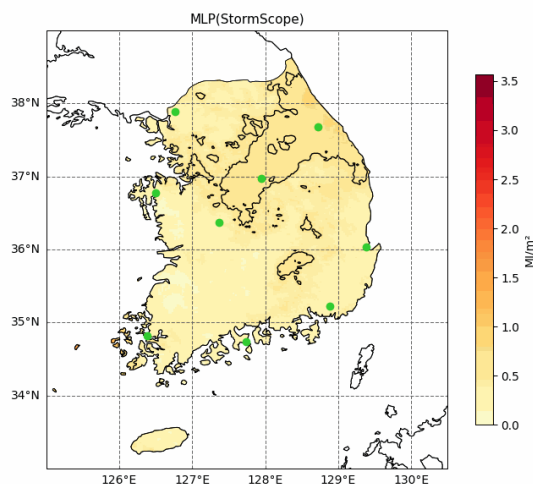
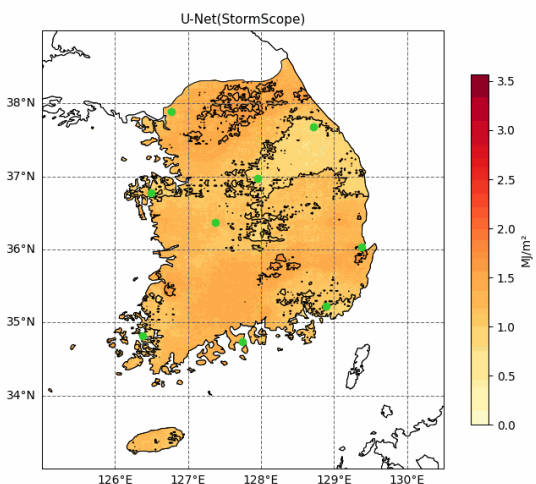
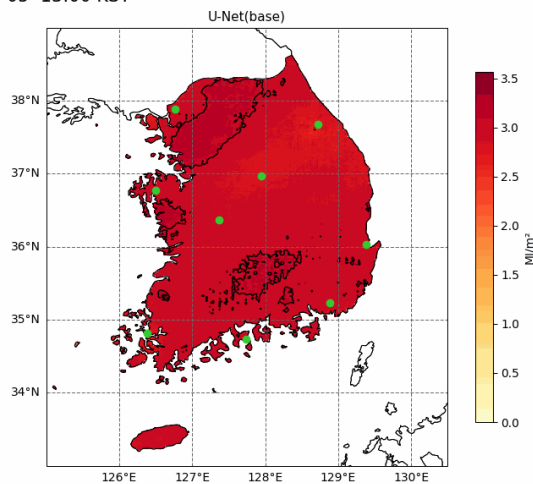
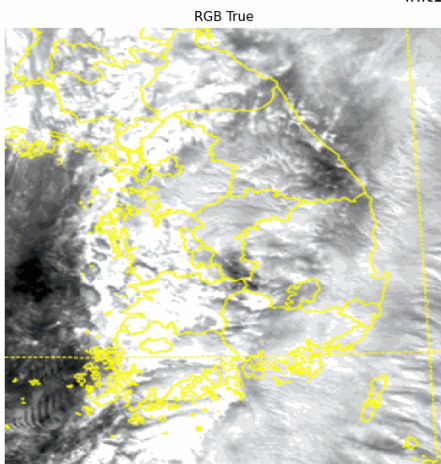


일사량 예측 결과 ② — 흐린 날 (2023.04.05.)

구름 상황에서의 예측 오차 — 발전량 예측 리스크의 핵심 구간

2023.04.05. Cloudy sky

init1200 | 2023-04-05 13:00 KST



북극 기후감시 ① — 북극빙권감시시스템

해빙(농도·면적) · 해빙표면거칠기 · 눈덮임 — 북극항로 판단의 3대 변수

북극빙권감시시스템

➤ 해빙(Sea Ice)

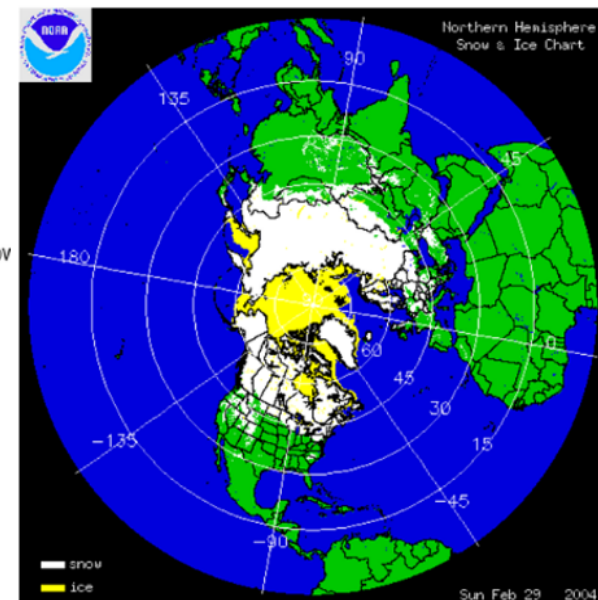
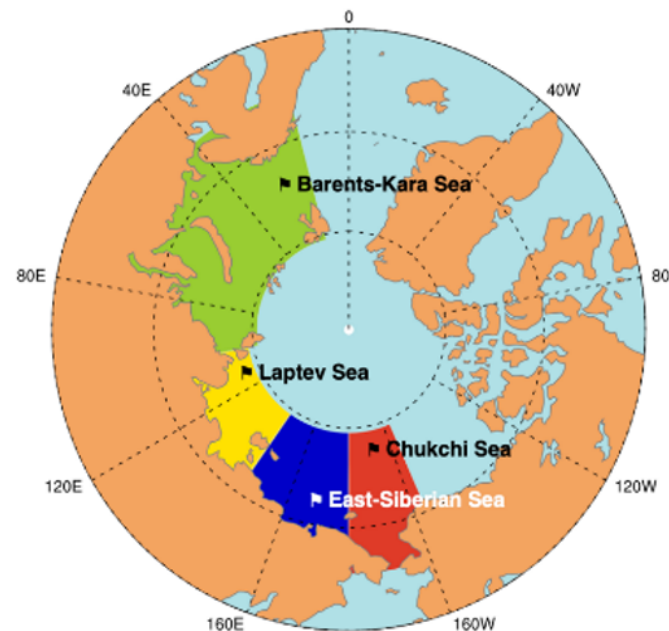
- 변수: 해빙 농도(Sea Ice Concentration), 해빙 면적(Sea Ice Extent)
- 감시: 일별/월별 해빙 면적, 해빙 면적 월간 순위, 해빙 면적 전망

➤ 해빙표면거칠기(Sea Ice Surface Roughness)

- 변수: 소규모 해빙 표면 거칠기와 대규모 해빙 표면 거칠기
- 감시: 일별 해빙 표면 거칠기, 월별 해빙 표면 거칠기 변화, 해빙 표면 거칠기 월간 순위

➤ 눈덮임(Snow Cover)

- 변수: 눈덮임(Snow Cover), 눈덮임 면적 지수(Snow Advanced Index, SAI)
- 감시: 눈덮임 현황, 눈덮임 변화, 눈덮임 월간 순위,



NOAA IMS 눈덮임 자료 표출 샘플

해역	위도	경도
A. 척치해(Chukchi Sea)	65-80° N	156-180° W
B. 동시베리아해(East-Siberian Sea)	65-80° N	145-180° E
C. 랍티브해(Laptev Sea)	65-80° N	95-145° E
D. 바렌츠-카라해(Barents-Kara Sea)	65-81° N	14-100° E

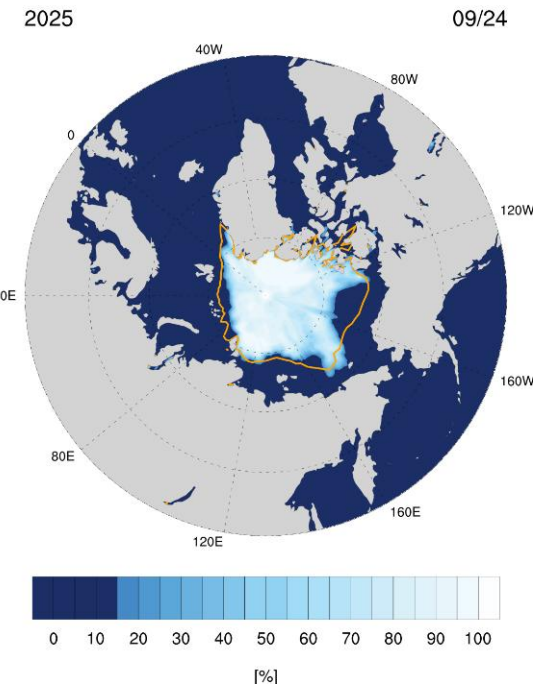
북극 기후감시 ② — 해빙 농도·면적·표면거칠기 일일 제공

북극해 주요 4개 해역별 정보를 국가기상위성센터 누리집에서 매일 제공 (nmssc.kma.go.kr)

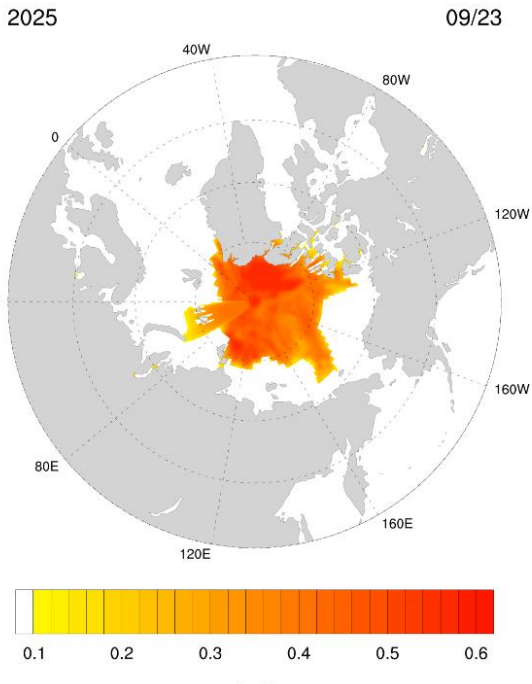
북극 해빙 등 극지방 기후변화 감시

- 한반도 지역 이상기후 발생과 밀접하게 연관되어 있는 북극해빙(sea ice)의 해빙 농도/면적 및 해빙 표면거칠기 변화 감시 정보를 국가기상위성센터 누리집 (<https://nmssc.kma.go.kr>)을 통해 매일 제공

Daily Sea Ice Concentration



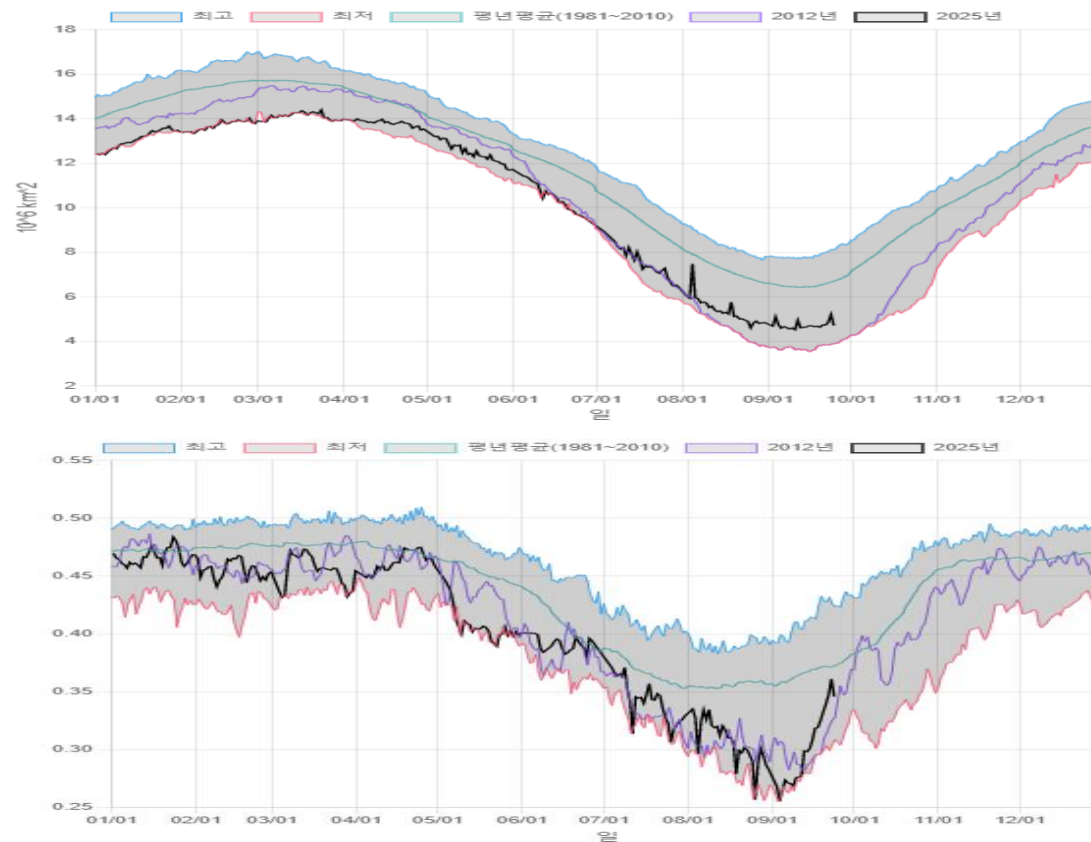
Daily Sea Ice Roughness



< (좌) 2025. 9. 24. 북극 해빙 면적, (우) 북극 해빙표면 거칠기 >

정보제공

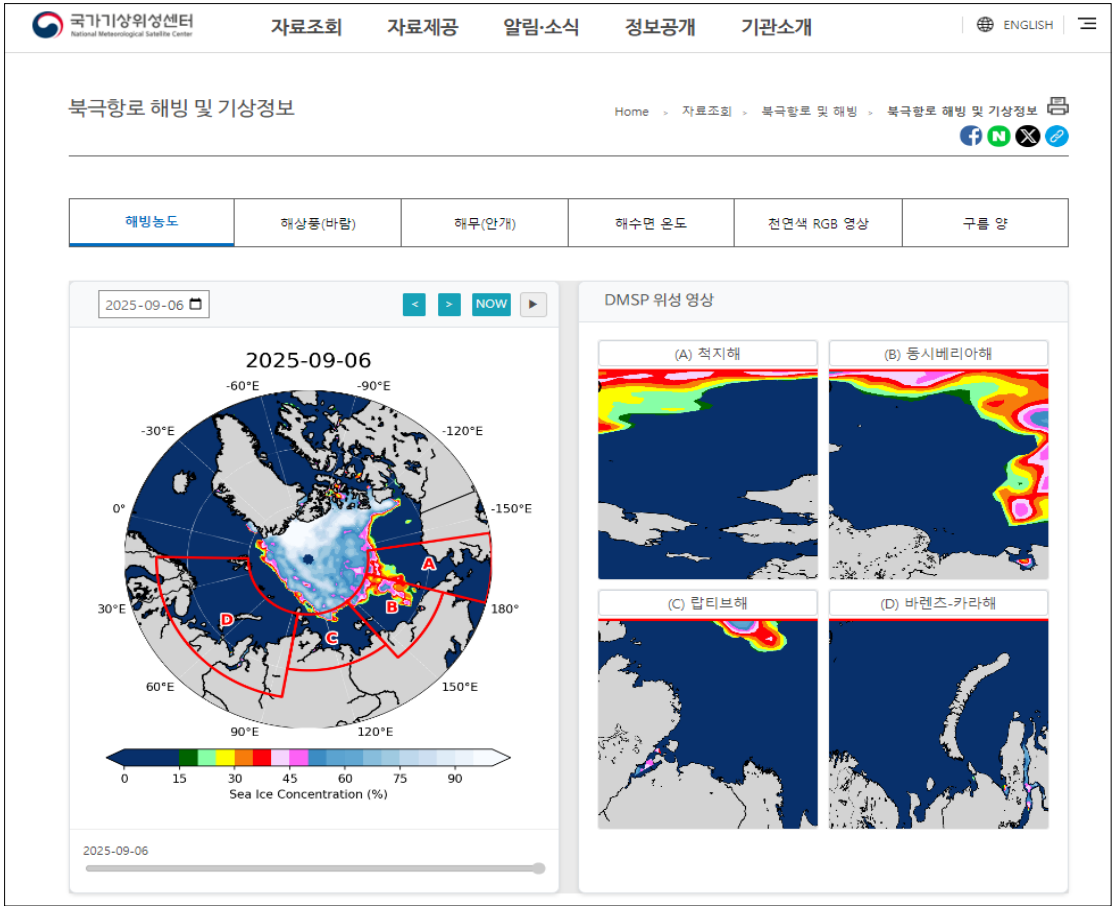
: 해빙면적/거칠기의 최고, 최저, 평년 평균, 2012년(해빙농도 최저값 기록), 당해 정보
: 북극해 내 주요 4개 해역(척치해, 동시베리아해, 랍티브해, 바렌츠-카라해)



< (위) 2025년 북극 해빙 면적 시계열, (아래) 북극 해빙표면 거칠기 시계열 >

북극 기후감시 ③ — 북극항로 해빙·기상정보 운영 (시험운영)

운항 가능성·출항 가능일 판단 지원 — 해운 지오테크의 가장 직접적인 수요



북극항로 해빙 및 기상정보 운영 (시험운영)

해빙농도분석을 통해 운항 가능성 확인
및 출항 가능일, 기상상황 등 최적의 정보 지원

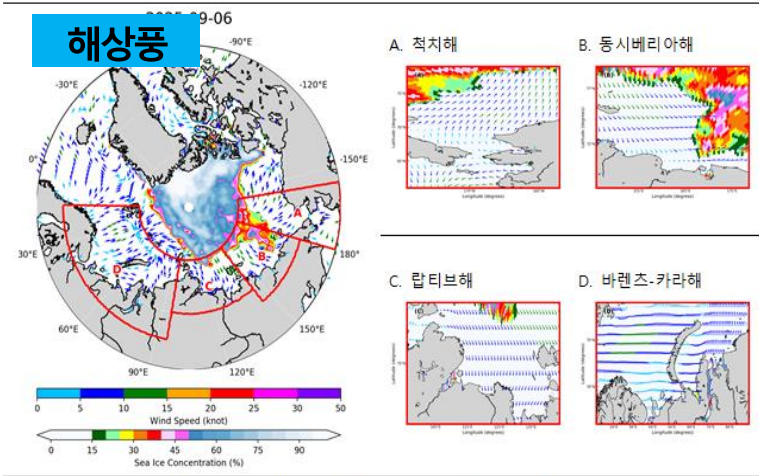
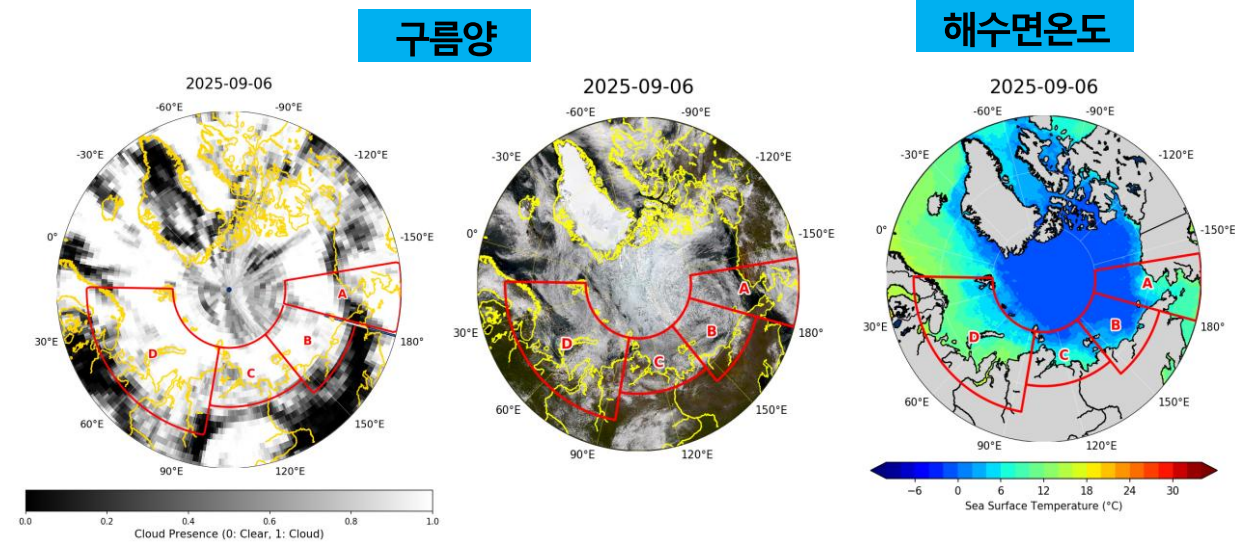
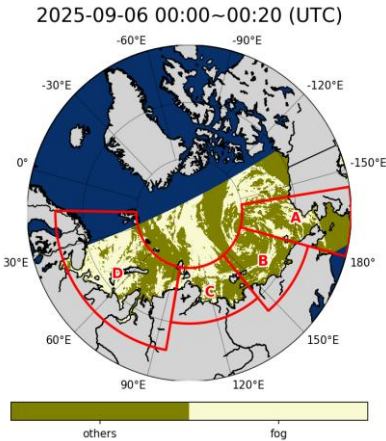


그림 2. 북극 지역의 (좌) 전체 (우) 해역별(A,B,C,D 구역)
MetOp-B/ASCAT 일별 해빙 농도와 해상풍(0-50knot) 중첩 위성영상(25.09.06.)



해무

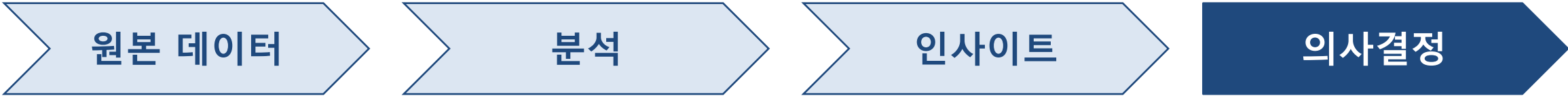


구름양

해수면온도

픽셀은 무료, 답은 사업입니다 — 원본에서 의사결정까지

지오테크 밸류체인: 관측 → 산출·검증 → 인사이트 → 의사결정, 단계마다 시장이 있습니다



단계마다 시장이 있습니다 — 기후데이터를 실제 의사결정으로 잇는 곳마다 새로운 사업이 생깁니다

MRV-as-a-service	파라메트릭 보험	재생E 예측 SaaS
CBAM·EU 메탄규제가 위성 검증을 매출 라인으로	산불·홍수·가뭄 트리거 데이터 (ICEYE 기업가치 약 28억\$, '25)	발전사·VPP에 '정확도'를 구독 판매 (Solargis = 세계 500GW+ 태양광)

공통점: 원재료가 무료입니다 — 기상청 API 허브에서 실시간·라이선스 부담 없이

정부는 레일을 깔았습니다 — 함께 기차를 만들 차례입니다

데이터 · 공동연구 · 실증(PoC) — 국가기상위성센터가 드릴 수 있는 세 가지

레일은 이미 깔려 있습니다

천리안 2A · 16채널 · 한반도 2분 간격 · Open-API · 무료 (apihub.kma.go.kr)

공공데이터가 만든 민간 생태계

NOAA 데이터 기반 민간 기상서비스 사업자 250곳+ (NCEI, 2018)
미국 일기예보의 사회적 가치 연 약 315억\$ — 생산비용의 약 6배 (BAMS, 2009)

→ 한국 기상산업도 같은 길을 갈 수 있습니다

국가기상위성센터가 드릴 수 있는 것

- ① 데이터 — API 허브 무료·실시간 개방
- ② 공동연구 — 산출·검증 협업
- ③ 실증(PoC) — 활용 모델 시범 적용

데이터·공동연구·실증으로 함께하겠습니다 — 오늘 API 허브에서 바로 시작하실 수 있습니다.

감사합니다.