구글어스엔진 과 공개데이터를 활용한 탄소저장량분석방안

발표: 김지윤

CHAPTER.1
동기와 출발점

CHAPTER.2
개발사례와 기술설명

CHAPTER.3
향후 계획 및 발전방안

CHAPTER

01

동기와 출발점

CHAPTER.1 동기와 출발점

(1) 동기

- 은퇴를 앞두고 재테크에 관심이 많아짐
- 주식, 펀드, 코인 안 해 본것이 없음-> 재미 못봄
- 그나마 조금 아는 탄소거래의 관심(산림과 기후를 전공했기에)

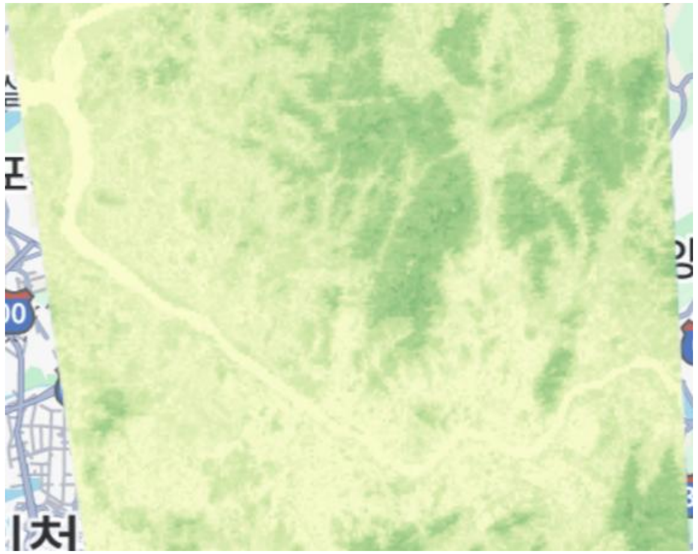
(1) 동기

- 한국에서는 직접적인 탄소거래로는 돈을 벌기 어려움

- 자발적 탄소시장(VCM)에서의 해외 거래 여기서부터가 **실질적인 '해외거래로 돈 벌기'가 가능한 영역**.

- 자발적 탄소시장(VCM)은 국가 의무와 무관하게, 민간이 **자유롭게 크레딧을 사고파는 국제 시장.**

- VCM 프로젝트 대략 흐름은:
  1)아이디어·부지 발굴
  2)기준선(Baseline) 설정
  3) 모니터링·보고(MRV)
  4) 검증(3rd party) + 레지스트리 등록
  5) 크레딧 발행·판매



(2) 문제 정의

- RE100 등 기후 변화이슈와 더불어 탄소 저장량에 대한 평가기준의 필요성
- INVEST MODEL , 국내외 지자체 등에서 탄소 가치평가에 대한 선구적 연구등의 진행 중
- 탄소 저장의 화폐화 부분에 대한 시장가치 평가 등 흥미로운 연구주제가 넘침

"과거에는 지적 호기심과 개인적인 연구를 위해 하기에는 너무 어려움"

한계점 1	탄소관련 연구를 위해서는 데이터 의 질과 양이 받쳐주어야 함
한계점 2	분석방법에 있어서 모든 자연환경에 맞는 범용모델을 개발하기 어려움
한계점3	자연 이나 생태전문가가 아닌 사람들이 탄소가치를 추산하거나 가치를 이해시키기 어려움 (특히 금융전문가)

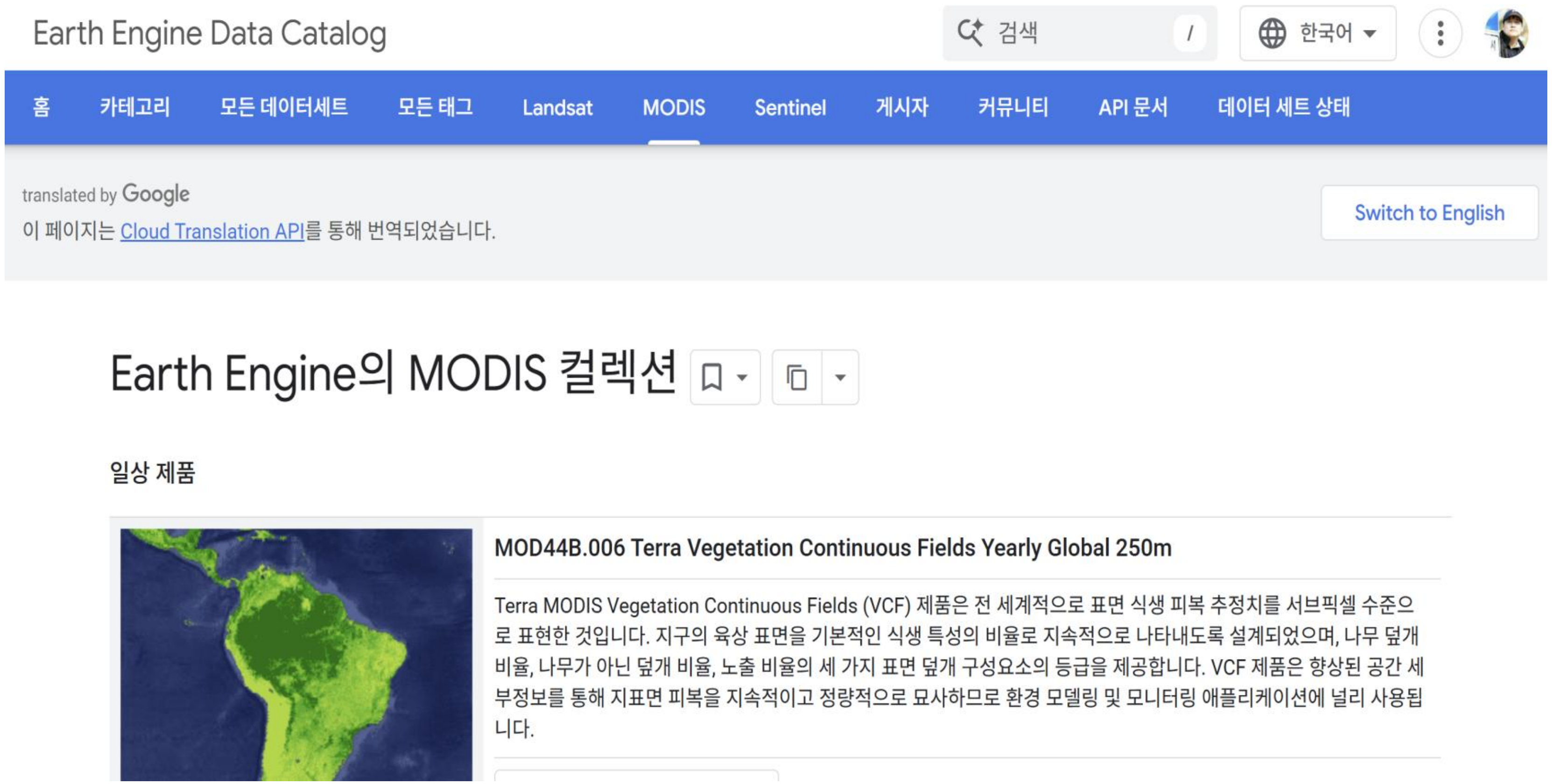
CHAPTER

02

개발사례와 기술설명

(1) 필요데이터 와 기술

- GEE 에서는 자연 환경 분석을 위한 데이터 셋들이 다수 공개되어 있음
- 자바스크립트와 구글어스엔진 API를 통하여 영상분석이 손쉽게 구현이 가능

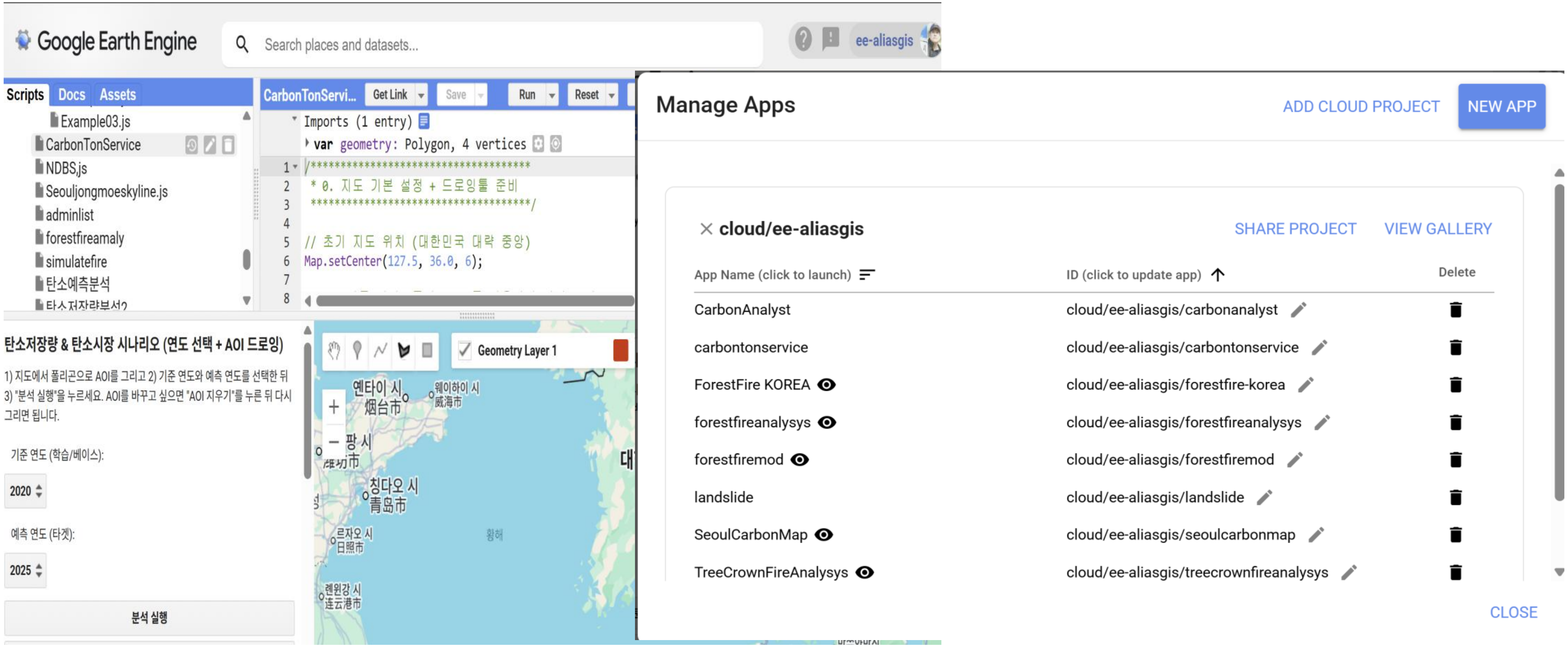


(1) 필요데이터 와 기술

구분``	GEE 데이터셋 ID	내용/용도	주요 특성(해상도·타입 등)
행정구역	FAO/GAUL_SIMPLIFIED_500m/2015/level1	FAO GAUL 행정구역(단순화, level1: 도/광역시)	약 500m 해상도 폴리곤, 국가(ADM0), 1단계 행정구역(ADM1) 속성 포함
레이더	COPERNICUS/S1_GRD	Sentinel-1 GRD (SAR)	C-band SAR, 보통 10m 그리드, VV/VH 편파, IW 모드
광학	COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED	Sentinel-2 표면반사율(SR)	10/20/60m 멀티스펙트럴, B2–B12, QA60(구름 마스크)
토지피복	MODIS/061/MCD12Q1	MODIS 연간 토지피복(LC_Type1)	약 500m, IGBP 분류체계 0–17 클래스
지형	COPERNICUS/DEM/GLO30	Copernicus 글로벌 DEM 30m	전지구 30m 해상도 DEM
바이오매스 라벨	LARSE/GEDI/GEDI04_B_002	GEDI L4B Aboveground Biomass Density	GEDI footprint 기반 AGBD (Mg/ha) 격자, 밴드 MU(평균 AGBD)

(1) 필요데이터 와 기술

- GEE는 벡터와 레스터 분석을 위한 API 와 코딩한 모듈을 웹 앱으로 배포가 가능 함



(2) 주요 핵심 알고리즘

1) 위성 피처 추출 알고리즘

단계	알고리즘 요소	입력 데이터	핵심 연산/수식	출력 피처
1-1	Sentinel-1 구조/수고 proxy	COPERNICUS/S1_GRD (VV, VH, IW, 기간 필터)	기간 median 합성: S1_med = median_t(S1)	중간: VV, VH
1-2	S1 dB 변환	위 1-1 결과	VV_dB = 10 * log10(VV) VH_dB = 10 * log10(VH)	VV_dB, VH_dB
1-3	편파 차이	VV_dB, VH_dB	VV_VH_diff = VV_dB - VH_dB	VV_VH_diff
1-4	Sentinel-2 전처리	COPERNICUS/S2_SR_HARMONIZED (QA60, 기간·구름 필터)	QA60로 구름/시러스 마스크 → 반사율 스케일(÷10000) → 기간 median	B2,B3,B4,B8,B11,B12
1-5	S2 지수 계산	위 1-4 결과	NDVI:NDWI:	NDVI, EVI, NDWI

(2) 주요 핵심 알고리즘

1) 위성 피처 추출 알고리즘

단계	알고리즘 요소	입력 데이터	핵심 연산/수식	출력 피처
1-6	S2 밴드 리네이밍	위 1-4 결과	B2→blue, B3→green, B4→red, B8→nir, B11→swir1, B12→swir2	blue, green, red, nir, swir1, swir2
1-7	MODIS 토지피복	MODIS/061/MCD12Q1 (해당 연도)	LC_Type1 밴드 선택	LC_Type1 (LULC)
1-8	DEM/지형 피처	COPERNICUS/DEM/GLO30	DEM 모자이크 → ee.Terrain.products로 slope, aspect 계산	DEM, slope, aspect
1-9	피처 스택	1-3, 1-5, 1-6, 1-7, 1-8	predictors = S1_feats + S2_feats + LULC + DEM/지형unmask(-9999)	최종 피처 스택 predictors

(2) 주요 핵심 알고리즘

2) GEDI 라벨 기반 Random Forest 회귀 알고리즘

단계	내용	입력	연산/절차	출력
2-1	라벨 이미지 준비	LARSE/GEDI/GEDI04_B_002	MU 밴드를 AGBD_Mg_ha로 선택, AGBD>0 마스크	라벨 이미지 AGBD_Mg_ha
2-2	피처+라벨 스택	피처 스택 predictors, 라벨 AGBD_Mg_ha	stack = predictors.addBands(AGBD_Mg_ha)	학습용 이미지 stack
2-3	샘플링	stack, AOI, scale=1000m	stack.sample(...)로 약 3000점 추출 후 AGBD_Mg_ha null 제거	샘플 FeatureCollection
2-4	train/test 분할	샘플 FeatureCollection	randomColumn('rand') 추가 → rand<0.7 → train, >=0.7 → test	train, test
2-5	RF 회귀 학습	train, predictorBands, AGBD_Mg_ha	smileRandomForest (trees=100, minLeaf=5, bagFraction=0.7) 회귀 모드로 학습	학습된 RF 모델 rf

(2) 주요 핵심 알고리즘

2) GEDI 라벨 기반 Random Forest 회귀 알고리즘

단계	내용	입력	연산/절차	출력
2-6	예측값 계산	test, rf	test.classify(rf, 'AGBD_pred')	AGBD_pred가 포함된 test FC
2-7	RMSE 계산	AGBD_Mg_ha, AGBD_pred	residual = obs - pred, residual_sq = residual^2 → 평균 → RMSE = sqrt(mean(residual_sq))	RMSE (Mg/ha)
2-8	상관계수 r 계산	위와 동일	Reducer.pearsonsCorrelation(AGBD_Mg_ha, AGBD_pred)	Pearson r

CHAPTER

03

시연

CHAPTER.3 **시연**

(1) 스크립트 레벨

- 공개데이터와 머신러닝 알고리즘인 RandomForest 이용하여 탄소추정(GEE 함수에서 제공)

```
print('Train size (2020):', train.size());
print('Test size (2020):',  test.size());


/**************************************
 * 7. Random Forest 회귀 학습 (2019)
 **************************************/

var rf = ee.Classifier.smileRandomForest({
  numberOfTrees: 100,
  minLeafPopulation: 5,
  bagFraction: 0.7
}).setOutputMode('REGRESSION');

rf = rf.train({
  features: train,
  classProperty: 'AGBD_Mg_ha',
  inputProperties: predictorBands
});
```

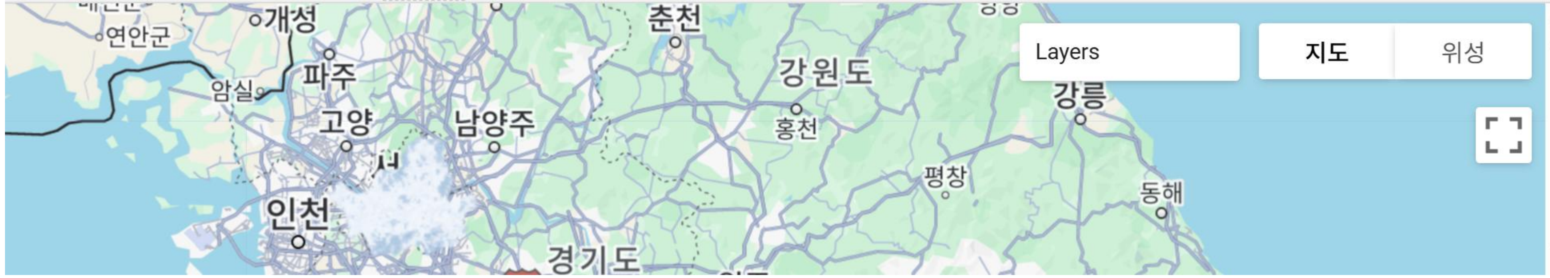
Use print(...) to write to this console.

S1 2020 count: JSON
109

S2 2020 count: JSON
66

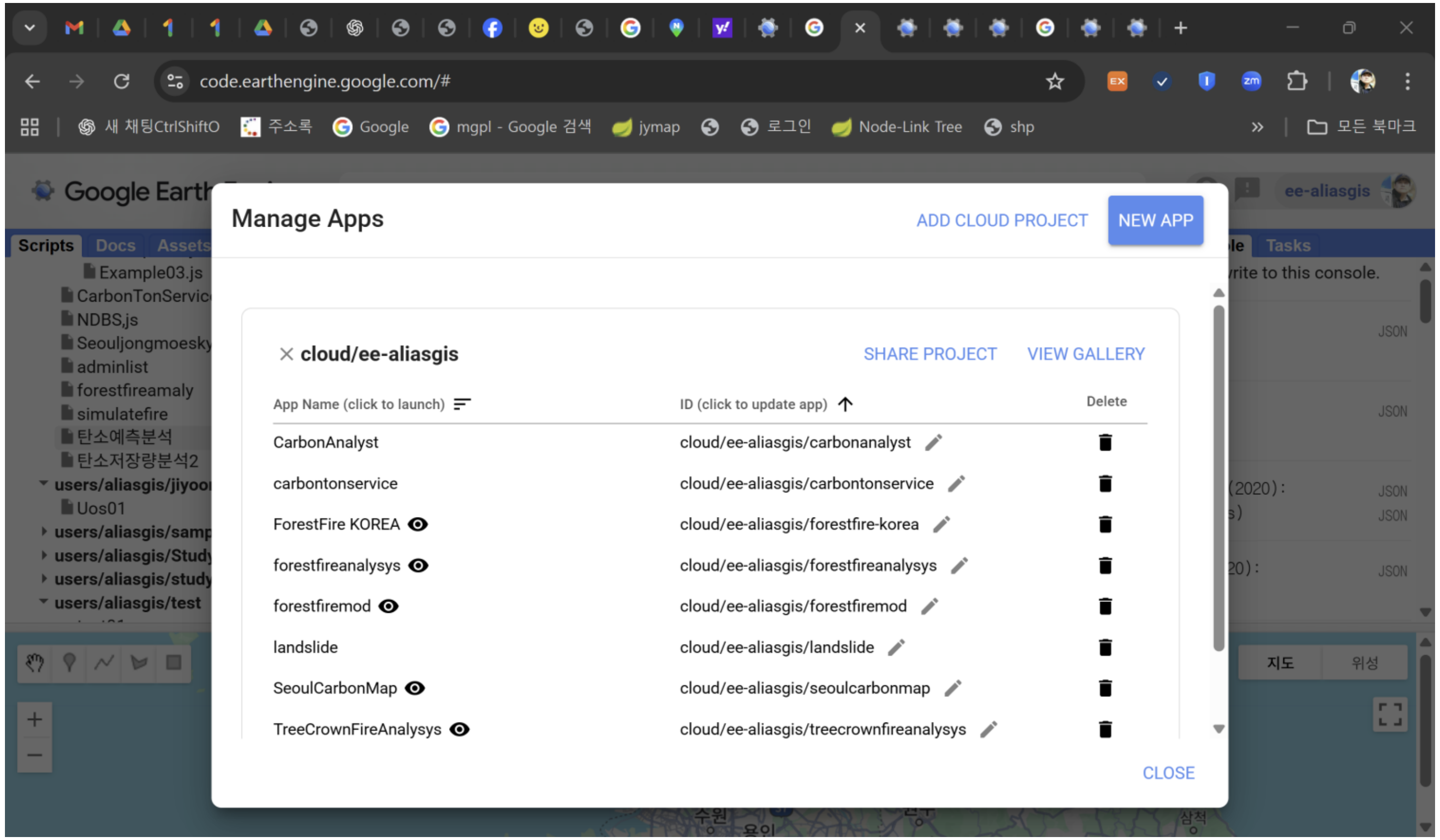
Predictor bands (2020): JSON
List (16 elements) JSON

전체 샘플 수 (2020): JSON
574



(2) 웹 앱으로 배포

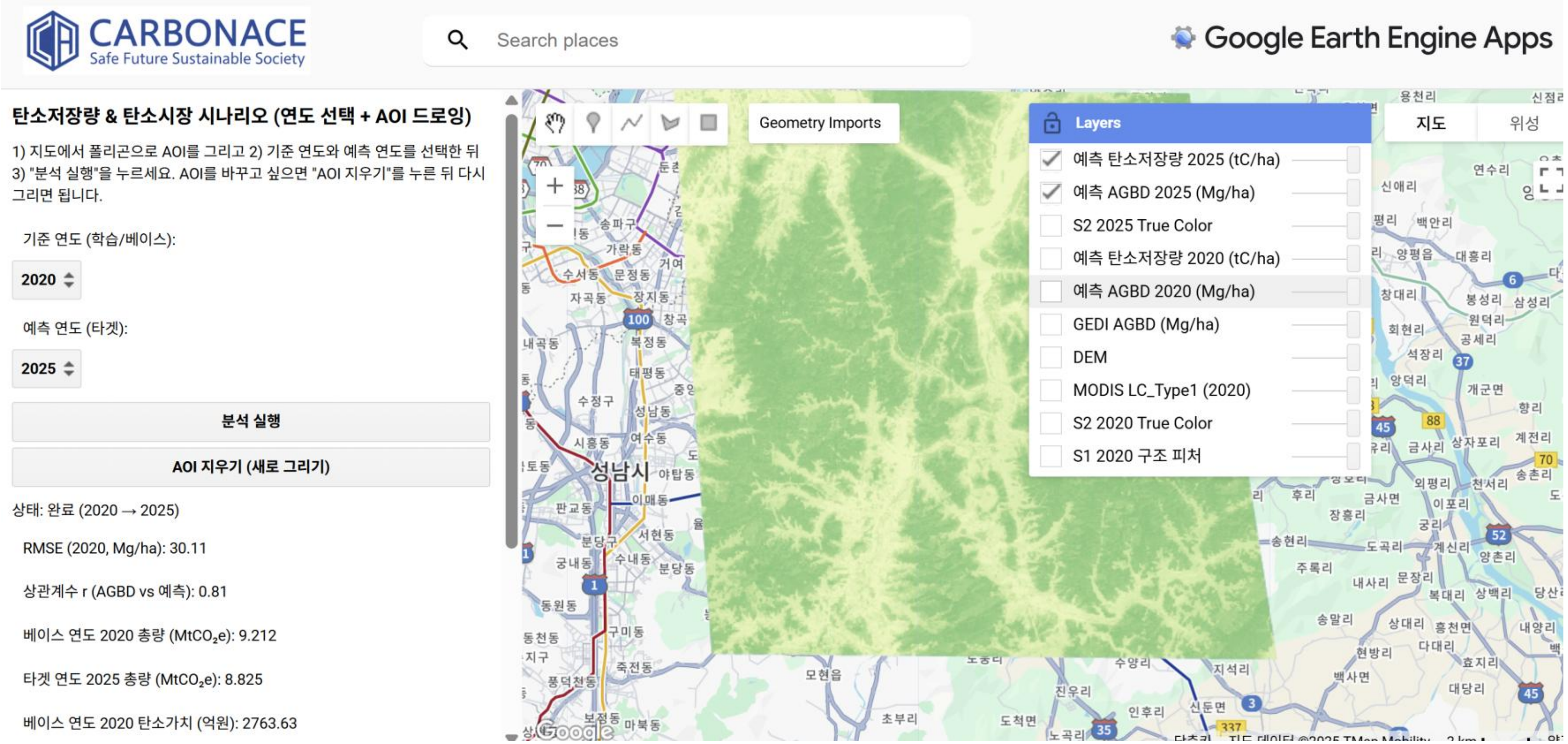
- 소스 코드를 UI GEE 컴포넌트를 이용하여 구현 하고 웹 앱으로 배포



(2) 웹 앱으로 배포

- 소스 코드를 UI GEE 컴포넌트를 이용하여 구현 하고 웹 앱으로 배포

(https://ee-aliasgis.projects.earthengine.app/view/carbonanalyst)



CHAPTER

04

맺음 및 발전방향

- 풍부한 공개데이터 와 쉽지만 다양한 분석가능을 통하여 공간 분석과 영상분석에 대한 이해가 깊어짐
- 코딩도구와 앱배포를 통하여 공간분석 알고리즘 학습과 정보공유가 용이함
- 현재 개인적으로는 텐서플로우 와 연계, OpenLayers와의 연동을 테스트 중에 있음
- 내년 상반기 정도에 QGIS 플러그인으로 탄소관련 분석 플러그인 개발 및 배포 예정

감사합니다.