



Landsat 위성영상으로 관찰한 싱가포르의 도시정원 수립계획

201910206 김태호

싱가포르의 도시정원 수립계획

Park Connector

도시국가인 싱가포르는 정원도시(Garden City)를 꿈꾼다. 1965년 독립 이후 리콴유(Lee Kuan Yew) 총리 치하의 싱가포르가 취한 발전전략은 바로 '청결과 녹지(Clean & Green)'였다. 이러한 전략하에 1960~1970년대에 센토사 섬(Sentosa), 주룽 새공원(Jurong Bird Park), 동물원(Zoological Garden) 등 대표적인 관광지들이 생겨났다. 하지만 서울보다 조금 크고 부산보다는 작은, 714km²의 소규모 도시국가가 많은 면적의 공원녹지를 꾸준히 확보하기는 어려운 일이었다. 게다가 외자주도의 경제개방정책으로 눈부신 경제성장을 이루해왔기에 국가 전체에 걸쳐 개발압력이 매우 높은 것도 녹지 확보의 걸림돌로 작용하였다.

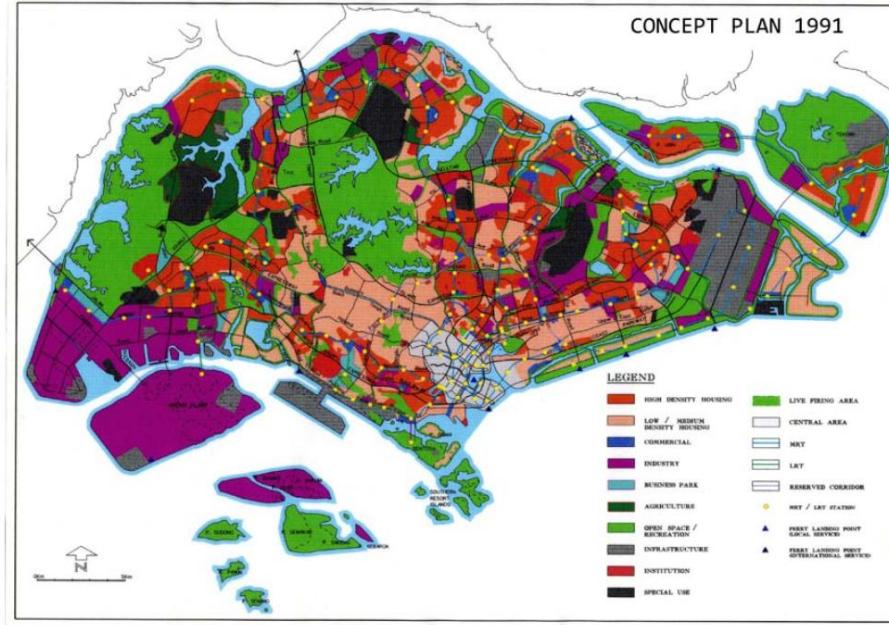
이러한 상황에서 싱가포르가 찾은 해결책은 '공원을 서로 연결'하는 것이다. 싱가포르의 모든 시민이 짧게는 250m, 멀어도 400m 안에 접근 가능한 공원을 가진다면 정원 속의 도시(City in a garden)를 구현할 수 있다는 취지다. 그렇게 해서 30년 동안 360km의 '파크커넥터(Park Connector)'를 만들겠다는 계획이 수립된다..

오늘날 우리나라의 신도시들이 서로 경쟁하듯이 높은 공원녹지율을 자랑하지만 실제로 거리를 걸어보면 삭막함을 느끼기 십상이다. 또한 오래된 도시들은 과거의 영광을 되찾기 위해 공원·녹지 조성을 필두로 한 '도시재생사업'을 추진하지만 쉽사리 목표를 이루지 못하고 있다. 이러한 현실에서 과연 싱가포르 정부가 공원을 서로 연결하겠다는 계획을 어떻게 현실로 옮길 수 있었는지, 그 결과로 어떠한 '정원도시'가 구현되었는지를 살펴봄으로써 우리 도시에 대한 시사점을 발견하고자 한다.

싱가포르의 도시정원 수립계획



출처 : "정원도시 싱가포르의 공원녹지체계, '파크커넥터'", 도시재생라이브러리, 2013.03.12



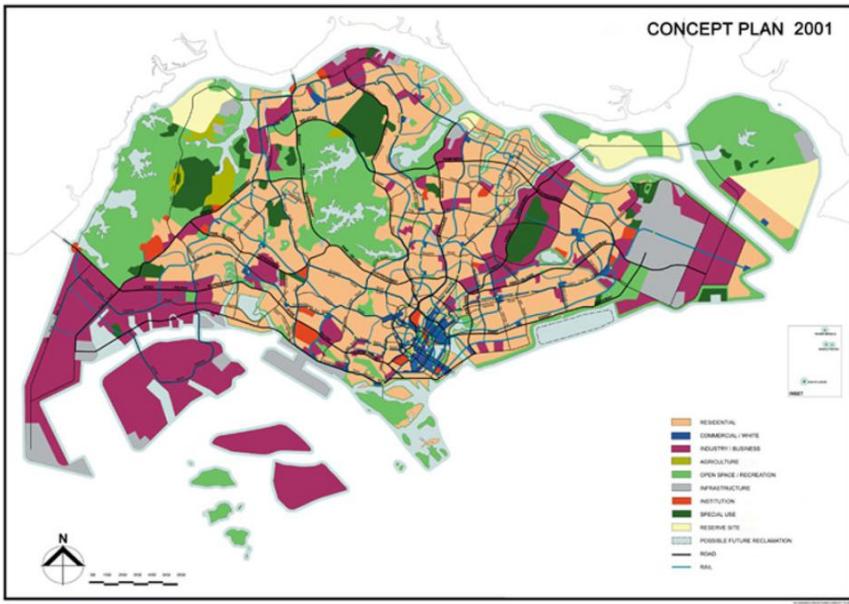
개념 계획은 1991년에 검토되었으며, 여기서 **싱가포르의 비전은 기본 요구 사항 충족에서 일과 놀이, 문화 및 상업의 균형을 맞추고 자연, 수역 및 도시 개발이 원활하게 함께 짜여진 섬 도시를 만드는 것으로** 발전했습니다.

계획은 일자리를 집에 더 가깝게 만들고 도심의 혼잡을 완화하기 위해 문화 및 상업 통로와 섬의 여러 지역에 상업 센터의 계층 구조를 제안했습니다.

첨단 기술 산업의 성장을 촉진하고 아이디어 교환과 혁신을 촉진하기 위해 비즈니스 단지, 과학 단지 및 학술 기관으로 구성된 기술 통로가 만들어졌습니다.

석유화학 산업의 발전을 지원하기 위해 이 계획에서는 남부 저지대 섬 7개를 오늘날 주름 섬으로 알려진 하나의 큰 섬으로 통합할 것을 제안했습니다.

출처 : 싱가포르 도시개발공사 URA(Urban Redevelopment Authority)

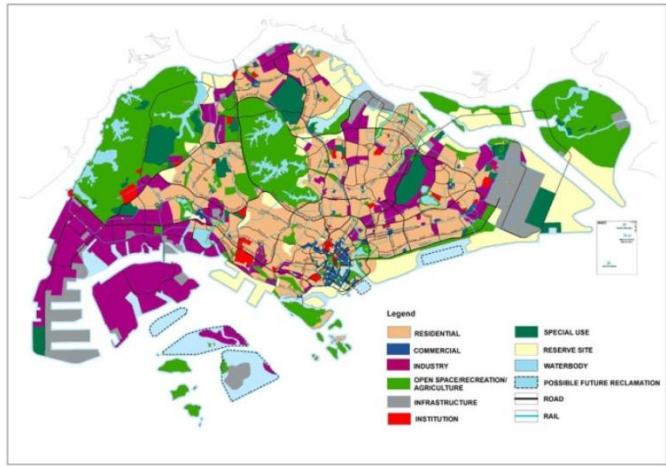


2001년 개념 계획 검토에서는 토지 이용 계획이 미래의 과제를 해결하는 데 있어 강력한 상태를 유지할 수 있도록 새로운 주제를 고려했습니다.

이 계획은 싱가포르를 풍부한 유산, 성격, 다양성 및 정체성을 갖춘 21세기 번성하는 세계적 수준의 도시로 구상했습니다. 계획을 개발하는 과정에서 주요 이해관계자의 의견을 듣기 위해 광범위한 공개 협의가 수행되었습니다. 보다 폭넓은 주택 옵션을 제공하여 고품질의 생활 환경을 제공하는 것을 목표로 삼았으며, 금융 및 서비스 부문의 성장을 지원하기 위해 도심에 토지를 확보하여 싱가포르를 글로벌 금융 허브로 변모시키려고 했습니다.

개념 계획 2001의 일부로 싱가포르의 자연적, 건축적 정체성을 강화하기 위한 정체성 계획과 공원 및 수역 계획이 작성되었습니다. 이 두 가지 계획에 따라 우리는 건축 환경의 기준 특성을 강화할 15개 노드를 식별하고 더 많은 공원, 저수지 및 자연 지역을 개방하여 더 많은 레크리에이션 선택을 창출했습니다.

출처 : 싱가포르 도시개발공사 URA(Urban Redevelopment Authority)



이 개념 계획은 2011~2013년에 수행되어 국가 개발부가 토지 이용 계획을 발표하게 되었습니다.

이 계획은 2030년에 국가인구및인재부(National Population & Talent Division)가 예상한 인구를 지원하고 인구 및 경제 성장을 지원하는 동시에 모든 싱가포르인을 위한 고품질 생활 환경을 보장하기 위한 전략을 설명합니다.

토지 이용 계획은 인구와 경제 성장을 지원하는 동시에 2030년까지 고품질 생활 환경을 지속적으로 보장하기 위한 전략을 설명합니다. 토지 이용 계획은 또한 2030년 이후 국가적 필요를 충족하기 위해 토지를 확보하여 미래 세대가 미래를 위한 선택권과 공간을 가질 수 있도록 합니다. 성장.

고품질 생활 환경을 유지하기 위한 전략은 다음과 같습니다.

- 다양한 편의시설을 갖춘 합리적인 가격의 주택 제공
- 녹지를 생활 환경에 통합
- 향상된 교통 연결성으로 더 큰 이동성 제공
- 좋은 일자리로 활력있는 경제를 지원하다
- 미래 성장 여력과 좋은 생활환경 확보

현재 싱가포르의 모습



현재 싱가포르의 모습

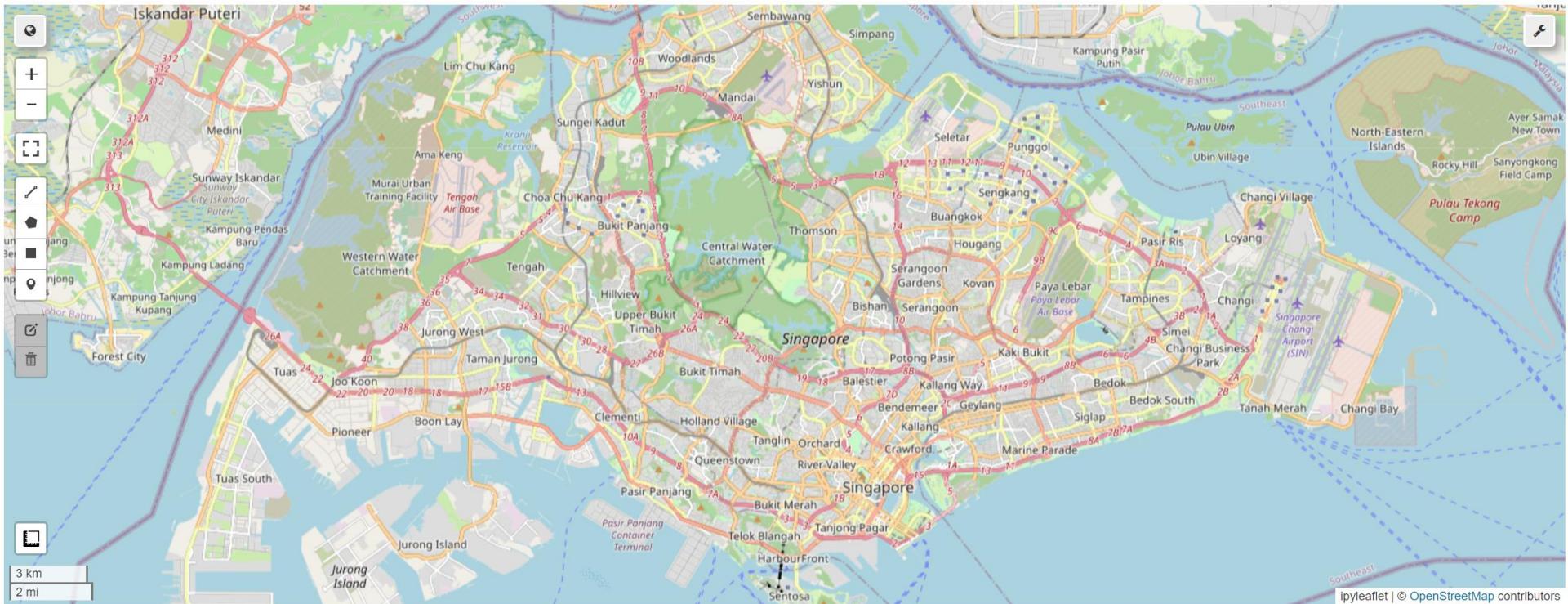


위성영상으로 관찰하였을 때 기대할 수 있는 변화

1. 과거보다 확장된 녹지
2. 식물로 뒤덮인 건물 → 도심 속 녹지
3. 녹지와 녹지 사이를 연결하는 Green Corridor

1. Raw Image 비교

```
import ee
import geemap
geemap.ee_initialize()
Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)
Map
```



```
country_name = "Singapore"
country =
ee.FeatureCollection('USDOS/LSIB_SIMPLE/2017').filter(
    ee.Filter.eq('country_na', country_name))
)
style = {'color': 'black', 'fillColor': '00000000'}
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map.centerObject(country)
Map
```



```

landsat_col_1985_1990 = (
  ee.ImageCollection("LANDSAT/LT05/C02/T1")
    .filterDate('1985-01-01', '1990-05-30')
    .filterBounds(country)
)
Landsat_1985_1990 = ee.Algorithms.Landsat.simpleComposite(landsat_col_1985_1990).clipToCollection(country)
Map.addLayer(landsat_1985_1990, {'bands': ['B3', 'B2', 'B1'], 'min': 0, 'max': 80}, 'Landsat 1985-1990')

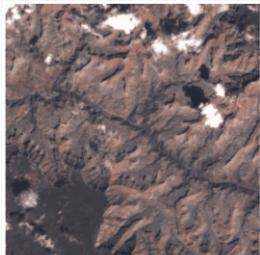
Landsat_col_2022_2024 = (
  ee.ImageCollection("LANDSAT/LC09/C02/T1")
    .filterDate('2022-01-01', '2024-05-30')
    .filterBounds(country)
)
Landsat_2022_2024 = ee.Algorithms.Landsat.simpleComposite(landsat_col_2022_2024).clipToCollection(country)
Map.addLayer(landsat_2022_2024, {'bands': ['B4', 'B3', 'B2'], 'min': 0, 'max': 80}, 'Landsat 2022-2024')

```

비교에 사용한 Imagecollection

과거 싱가포르 – 1985~1990
(파크커넥터 계획이 수립되는 1991년 이전)

USGS Landsat 5 TM Collection 2 Tier 1 Raw Scenes



Dataset Availability

1984-03-16T16:20:00Z–2012-05-05T17:54:06Z

Dataset Provider

USGS

Earth Engine Snippet

```
ee.ImageCollection("LANDSAT/LT05/C02/T1")
```

Tags

c2 global l5 landsat lt5 radiance t1 tier1 tm usgs

현재 싱가포르 – 2022~2024

USGS Landsat 9 Collection 2 Tier 1 Raw Scenes



Dataset Availability

2021-10-31T00:00:00Z–2024-06-15T04:38:50Z

Dataset Provider

USGS

Earth Engine Snippet

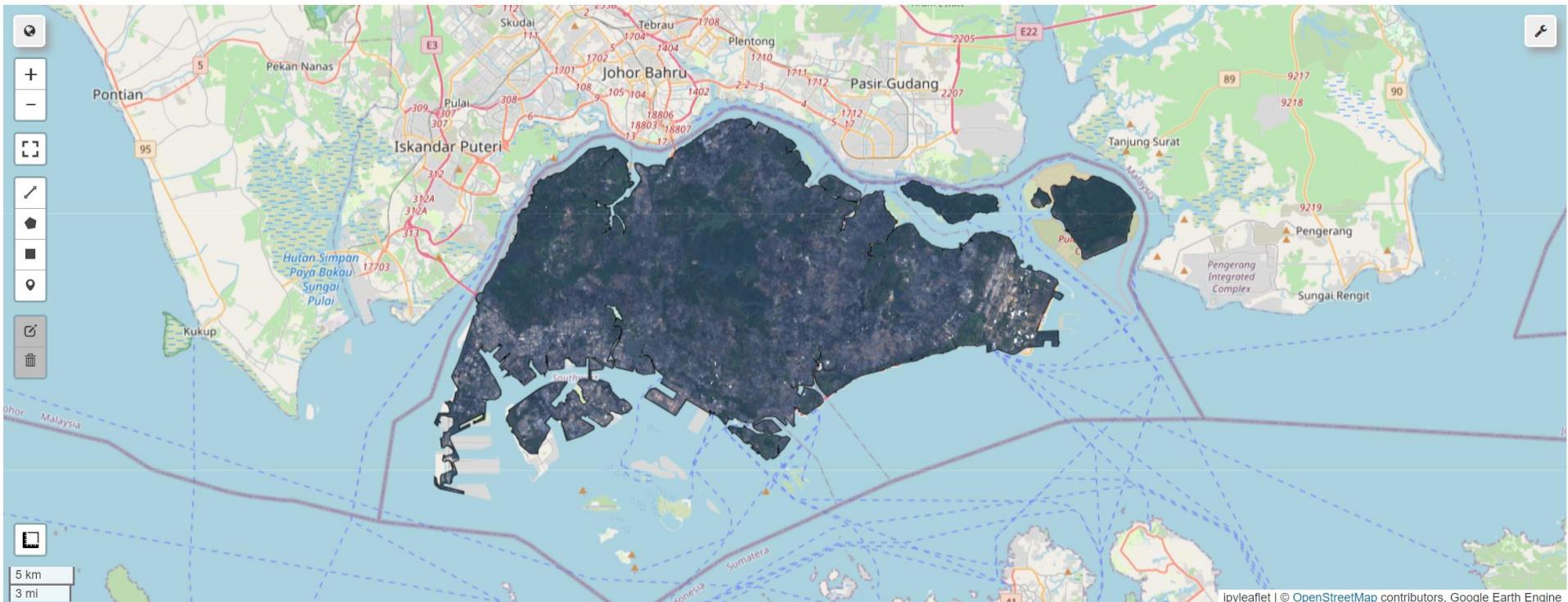
```
ee.ImageCollection("LANDSAT/LC09/C02/T1")
```

Tags

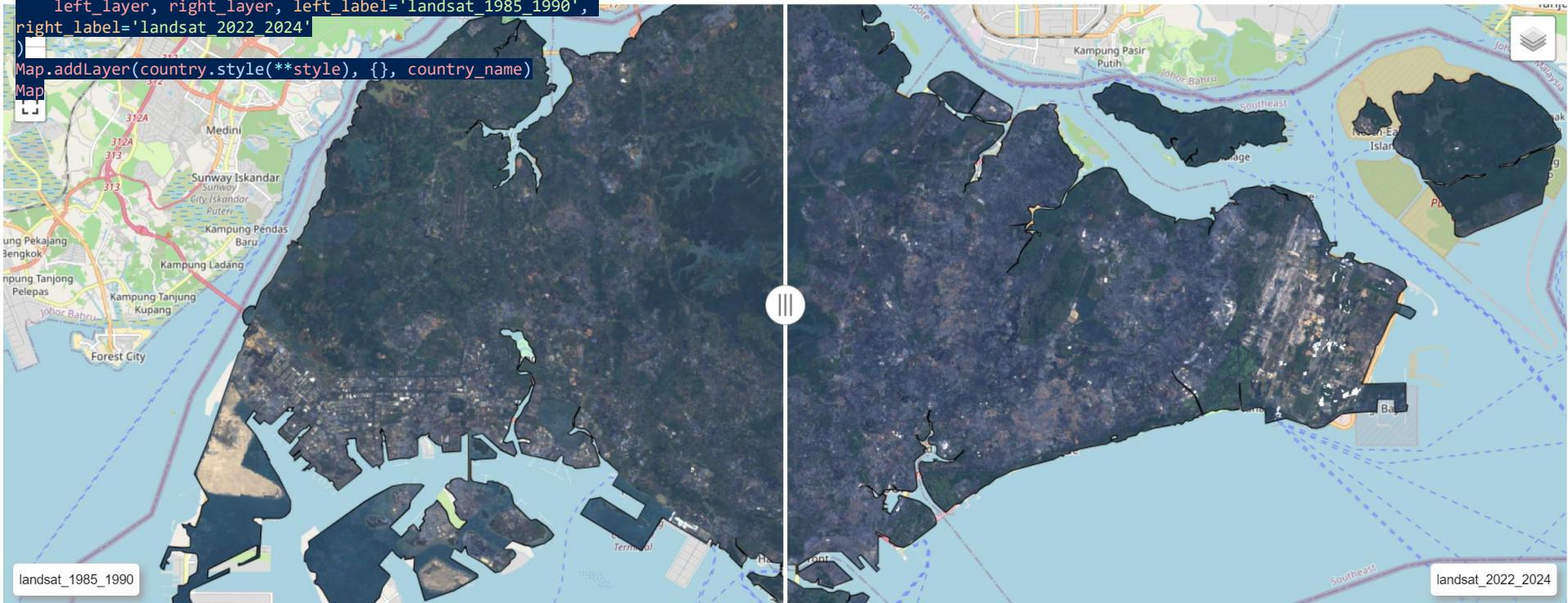
c2 global l9 landsat lc9 oli-tirs radiance t1 tier1 usgs

```
Map.centerObject(country)
```

Map



```
Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)
left_layer = geemap.ee_tile_layer(
    landsat_1985_1990, {'bands': ['B3', 'B2', 'B1'], 'min': 0, 'max': 80},
    'landsat_1985_1990'
)
right_layer = geemap.ee_tile_layer(
    landsat_2022_2024, {'bands': ['B4', 'B3', 'B2'], 'min': 0, 'max': 80},
    'landsat_2022_2024'
)
Map.split_map(
    left_layer, right_layer, left_label='landsat_1985_1990',
    right_label='landsat_2022_2024'
)
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map
```



1985 ~ 1990



2022 ~ 2024

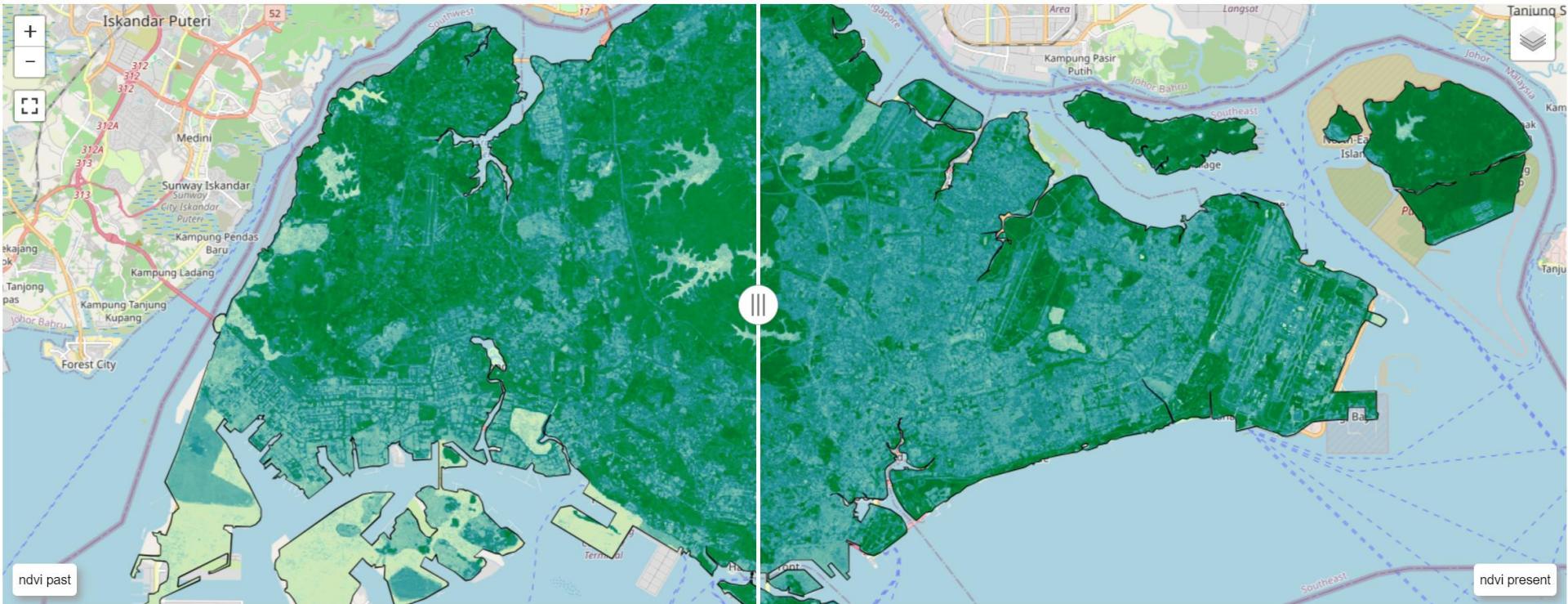


```

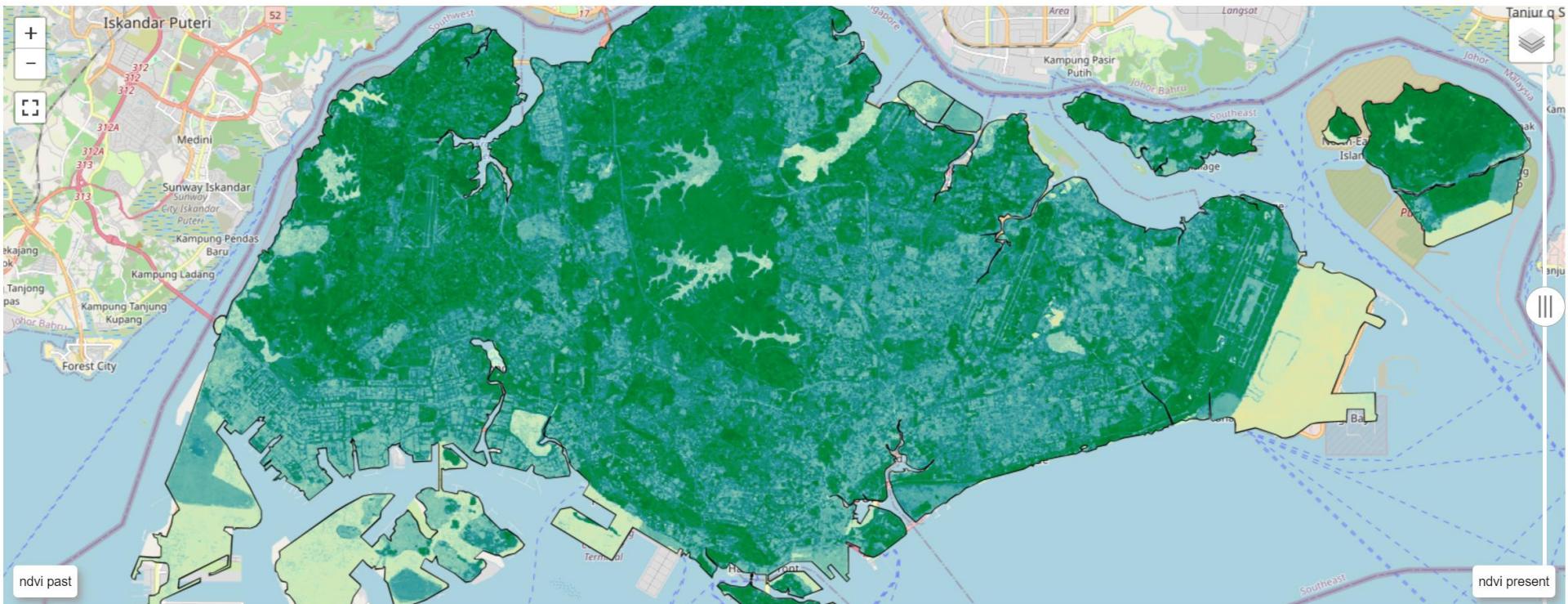
ndvi_past = landsat_1985_1990.normalizedDifference(['B4', 'B3']).rename('ndvi')
ndvi_present = landsat_2022_2024.normalizedDifference(['B5', 'B4']).rename('ndvi')
Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)
ndvi_vis = {'min': -1, 'max': 1, 'palette': ['#FE9929', '#FEE391', '#C7E9C0', '#1C9099', '#008837', '#00441B']}
Map
left_layer = geemap.ee_tile_layer(ndvi_past, ndvi_vis, 'ndvi past')
right_layer = geemap.ee_tile_layer(ndvi_present, ndvi_vis, 'ndvi present')
Map.split_map(left_layer, right_layer, left_label='ndvi past', right_label='ndvi present')
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map

```

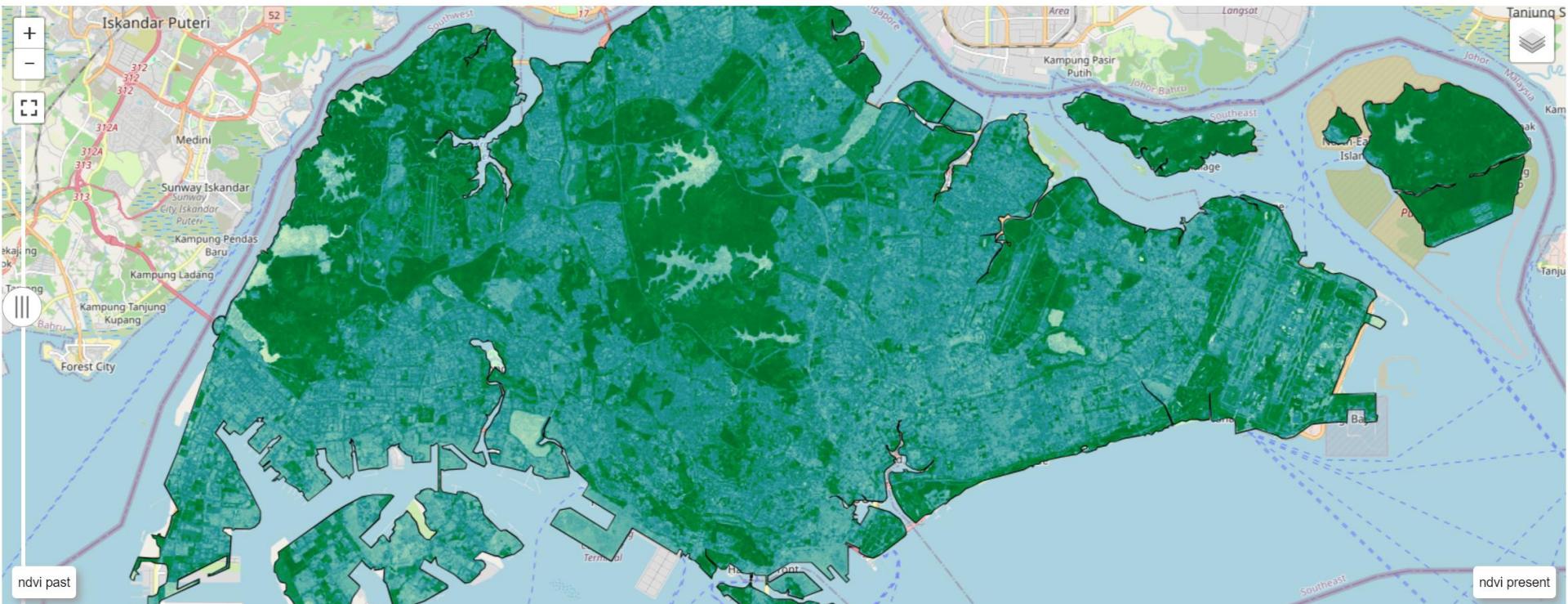
2. 식생지수 ndvi 비교



1985 ~ 1990



2022 ~ 2024



```

threshold = 0.2
vegetation_past = ndvi_past.gt(threshold).selfMask()
vegetation_present = ndvi_present.gt(threshold).selfMask()

Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)

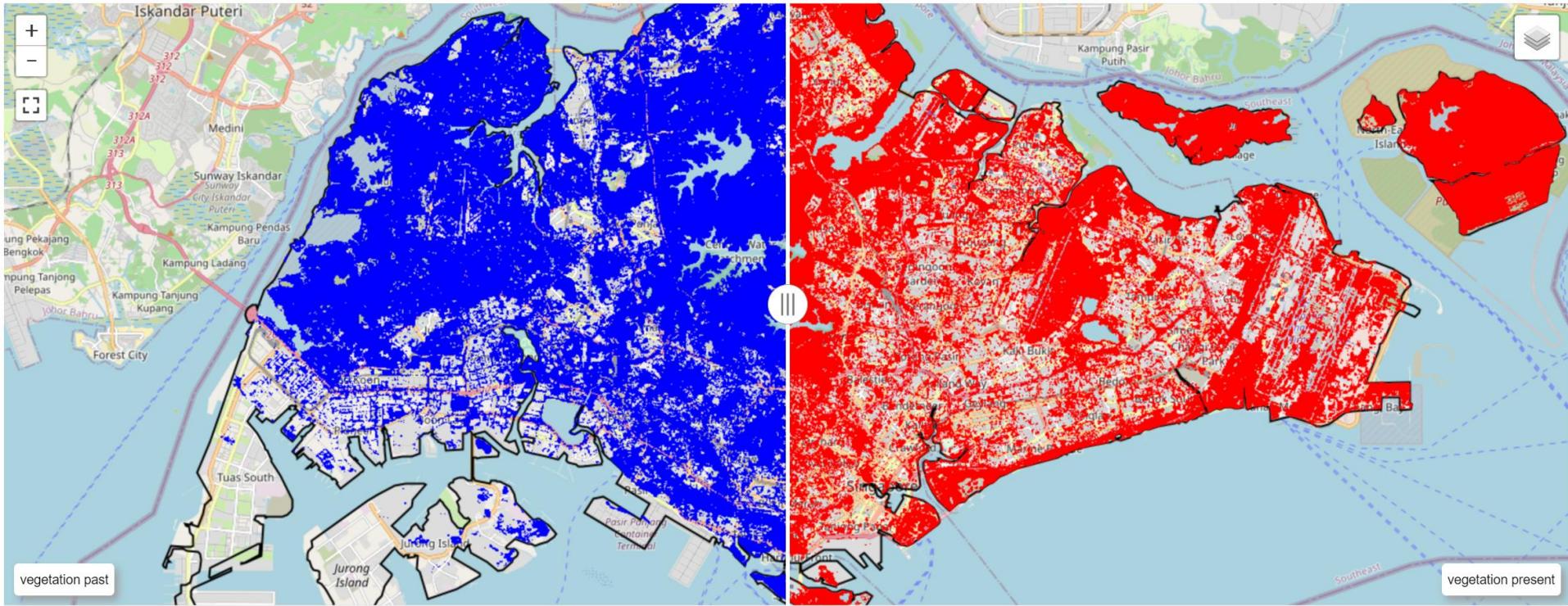
left_layer = geemap.ee_tile_layer(vegetation_past, {'palette': 'blue'}, 'vegetation past')
right_layer = geemap.ee_tile_layer(vegetation_present, {'palette': 'red'}, 'vegetation present')
Map.split_map(left_layer, right_layer, left_label='vegetation past', right_label='vegetation present')
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map

```

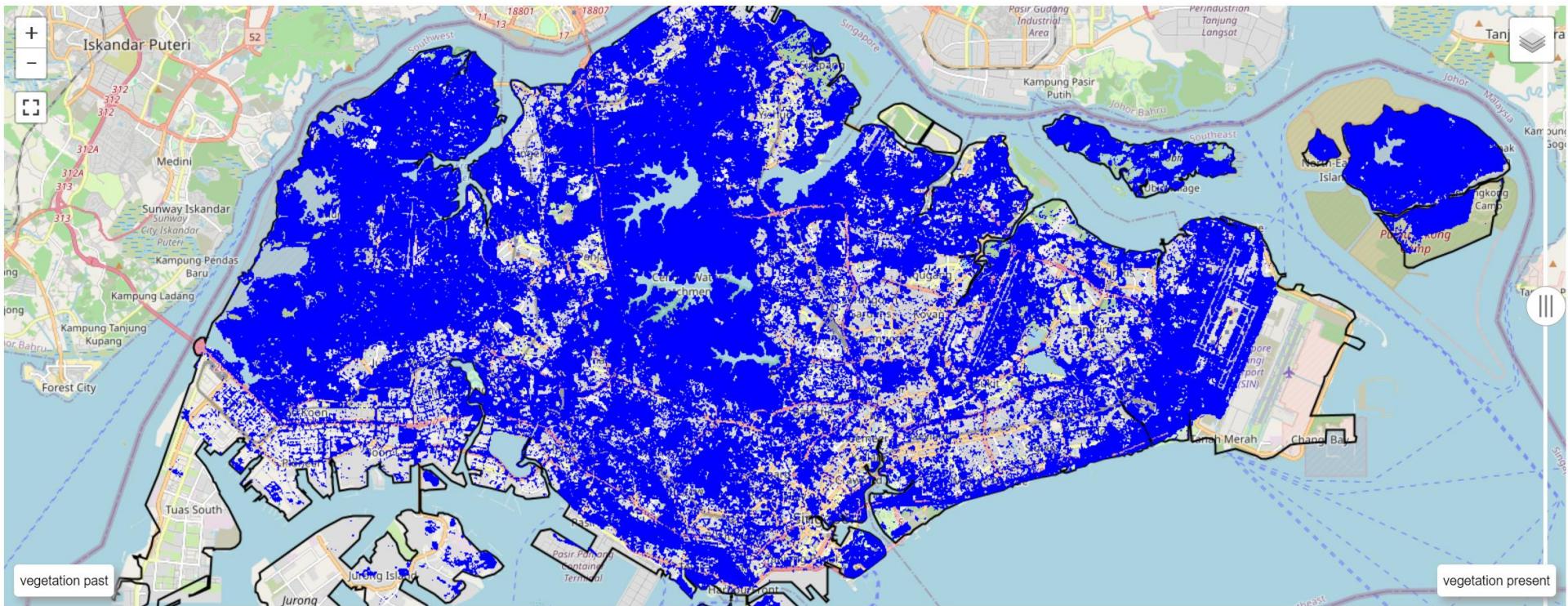
NDVI는 -1에서 1사이의 값을 가지며 식생은 대개 0.2 이상에서 1에 가까운 값을 갖게 된다(Eq. 1).

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)} \quad (-1 \leq NDVI \leq 1) \quad (1)$$

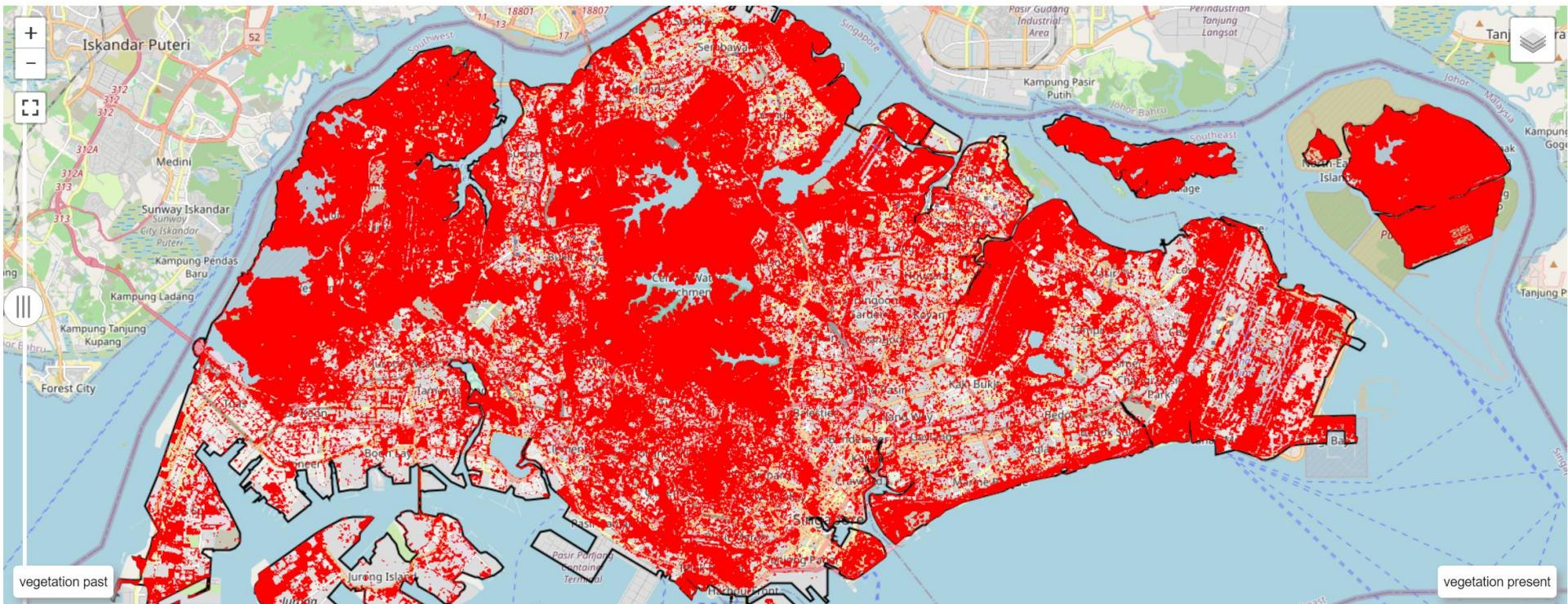
출처 : MODIS NDVI와 기상자료를 이용한 우리나라 벼 수량 추정, 홍석영 외 10명, 2012



1985 ~ 1990

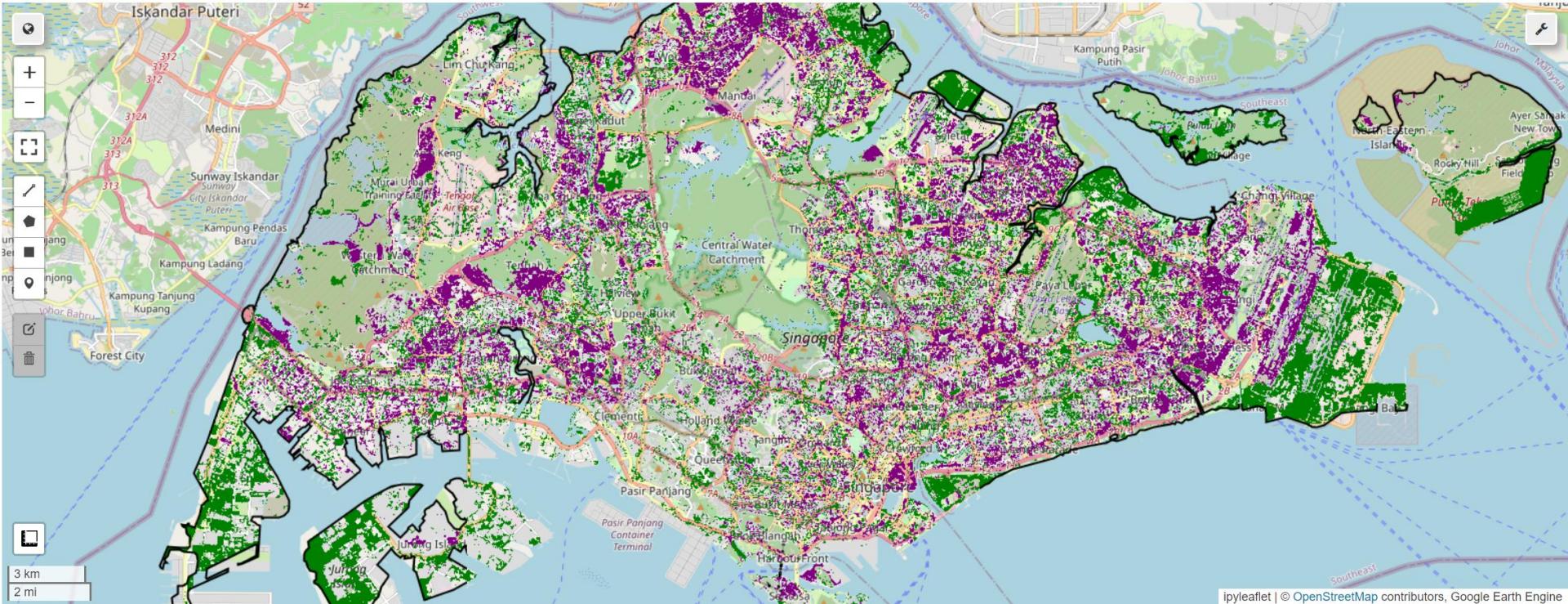


2022 ~ 2024

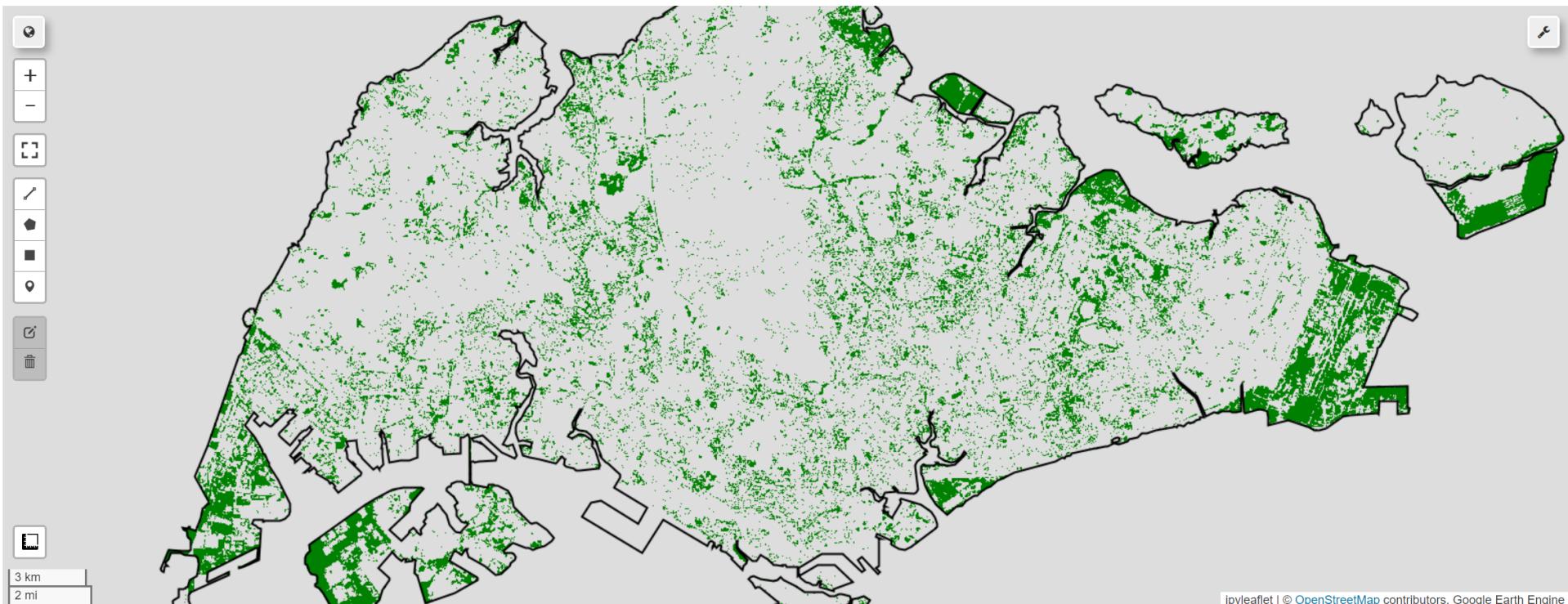


```
increased_vegetation = vegetation_present.unmask().subtract(vegetation_past.unmask()).gt(0.2).selfMask()
decreased_vegetation = vegetation_past.unmask().subtract(vegetation_present.unmask()).gt(0.2).selfMask()
```

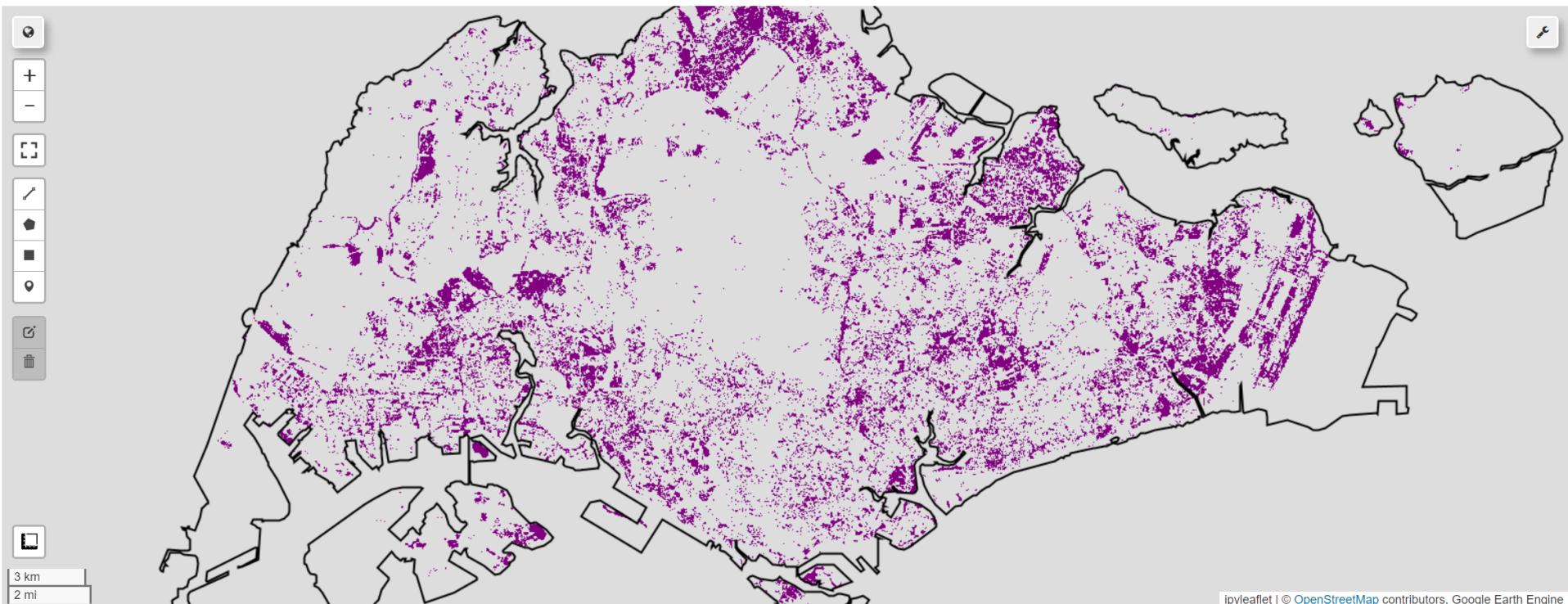
```
Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)
Map.addLayer(landsat_1985_1990, {'bands': ['B3', 'B2', 'B1'], 'min': 0, 'max': 80}, 'landsat_1985_1990', False)
Map.addLayer(landsat_2022_2024, {'bands': ['B4', 'B3', 'B2'], 'min': 0, 'max': 80}, 'landsat_2022_2024', False)
Map.addLayer(increased_vegetation, {'palette': 'green', 'pointSize': 30}, 'increased vegetation')
Map.addLayer(decreased_vegetation, {'palette': 'purple', 'pointSize': 30}, 'decreased vegetation')
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map
```



Increased vegetation



decreased vegetation



늘어난 녹지와 줄어든 녹지의 면적 비교

```
decreased_area = geemap.zonal_stats(  
    decreased_vegetation, country, scale=1000, statistics_type='SUM', return_fc=True  
)  
geemap.ee_to_df(decreased_area)
```

abbreviat	country_co	country_na	sum	wld_rgn
0	Sing.	SN	Singapore	61.254902

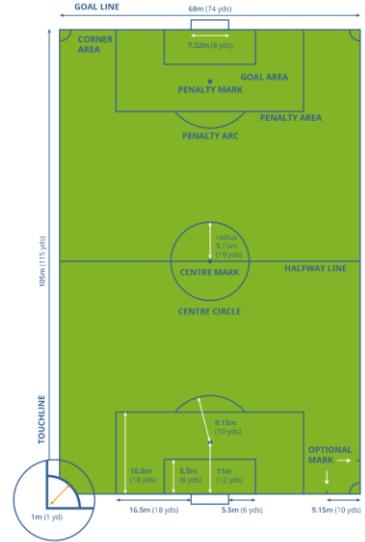
```
increased_area = geemap.zonal_stats(  
    increased_vegetation, country, scale=1000, statistics_type='SUM', return_fc=True  
)  
geemap.ee_to_df(increased_area)
```

abbreviat	country_co	country_na	sum	wld_rgn
0	Sing.	SN	Singapore	99.6

$$99.6 - 61.254902 = 38.345098$$

Landsat 위성의 픽셀값은 30

$$38.345098 \times (30 \times 30) = 34,510.5882 \text{m}^2$$



$$7,140 \text{m}^2$$

X 5

3. Timelapse

```
Map = geemap.Map(center=[1.3521, 103.8198], zoom=12)
Map.addLayer(country.style(**style), {}, country_name)
Map.centerObject(country)
Map
roi = country.geometry()

timelapse = geemap.landsat_timelapse(
    roi=roi,
    out_gif='singapore_landsat_timelapse_19852024.gif',
    start_year=1985,
    end_year=2024,
    start_date='01-01',
    end_date='12-31',
    bands=['NIR', 'Red', 'Green'],
    frames_per_second=5,
    title='Singapore Landsat Timelapse',
    progress_bar_color='blue',
    mp4=True,
)

geemap.show_image(timelapse)
```



4. 결론

- Park Connector 결과 결론적으로 녹지의 면적은 늘었지만 생각보다 많이 줄어들기도 했음
 - 전체적으로 도심지 주변의 녹지가 정돈되고 재배치된 느낌
 - Park Connector 계획은 현재진행형이며 2030년까지 계획되어 있어 앞으로 더 많은 녹지와 뚜렷한 변화를 관찰할 수 있을 것이라고 예상
- Park Connector는 단순히 녹지의 면적을 늘리는 것이 목적이 아닌
주요공원과 녹지, 공간 등을 연결해 다목적으로 활용하는 계획!