

Remote Sensing

-- Lab --

(6/24 revised)

Contents

- 實習0：(1) 自行下載Landsat影像
(2) 在QGIS中讀取向量及網格檔
- 實習1：我的第一張多光譜合成的遙測影像
- 實習2：植被在哪裡？呈現綠覆率的分布
- 實習3：偵測暴雨事件後的坡地崩塌

-
- (補充)

實習0

- ① 自行下載Landsat影像
- ② 在QGIS中讀取向量及網格檔

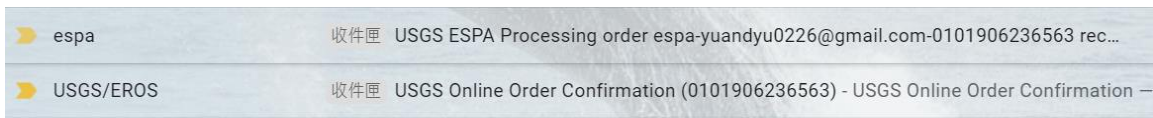
① 下載Landsat-8地表反射率影像

申請USGS Earth Explorer帳號

<https://ers.cr.usgs.gov/register/>



搜尋資料(影像、時間範圍、空間範圍)、送出order。
(*送出成功後，會收到系統的email通知信)

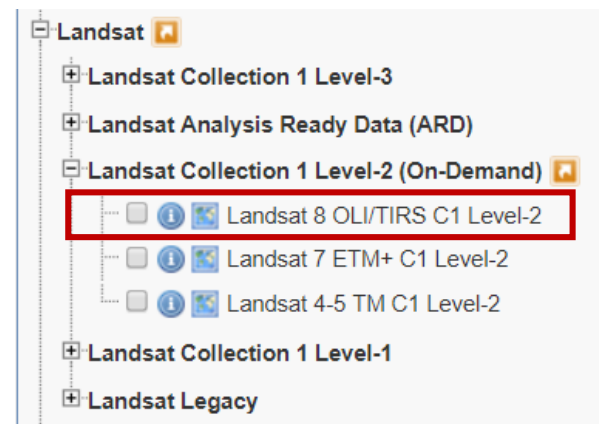
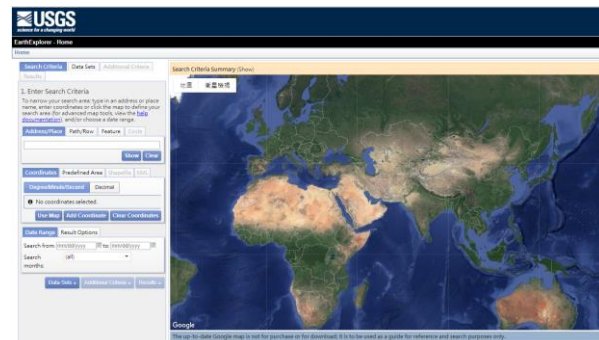
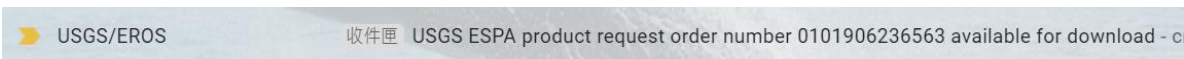


<https://earthexplorer.usgs.gov/>



約30 ~ 60 mins後

收到系統email通知order的影像可開始下載。
透過email中連結，下載影像至本機端。



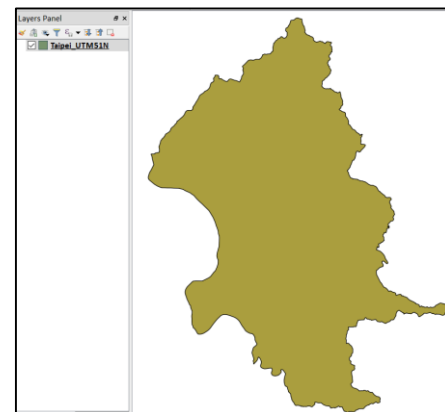
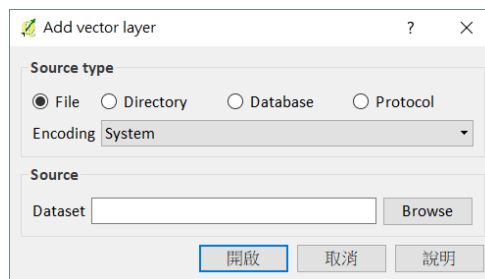
| Product | Status | Product URL |
|--|----------|--------------------------|
| LC08_L1TP_117043_20150609_20170408_01_T1 | complete | Download |
| LC08_L1TP_117043_20150812_20170406_01_T1 | complete | Download |

② 在QGIS中讀取向量及網格檔

• 讀取向量檔(如.shp檔)



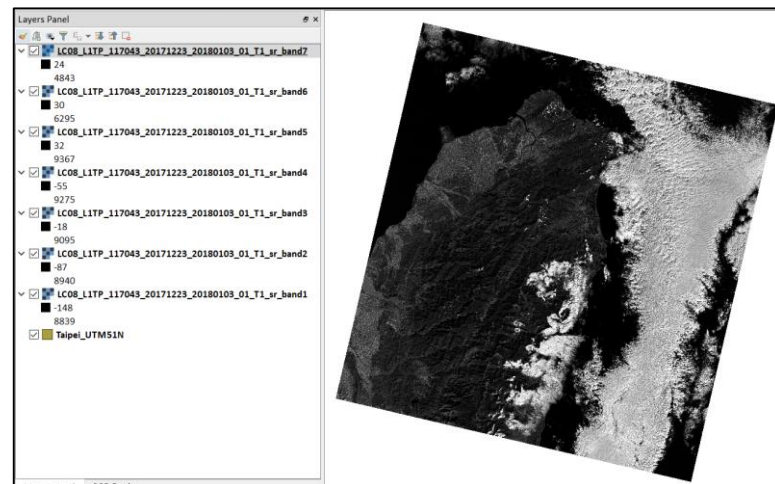
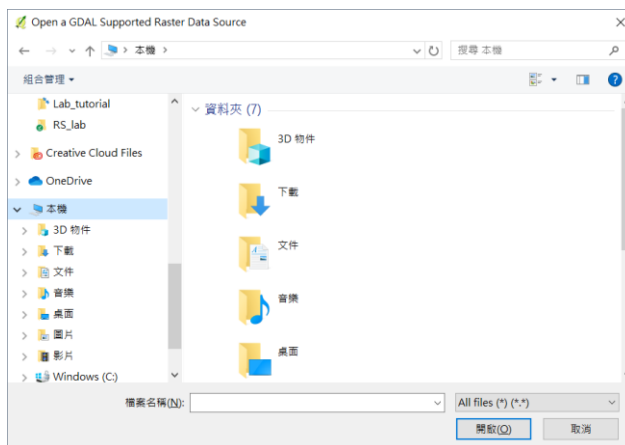
- *Add Vector Layer*



• 讀取網格檔(如.tiff檔)



- *Add Raster Layer*



實習1

- ① 實習內容與目的
- ② 使用圖資
- ③ 主要使用工具/功能
- ④ 操作流程與提示
- ⑤ 參考成果

實習內容與目的

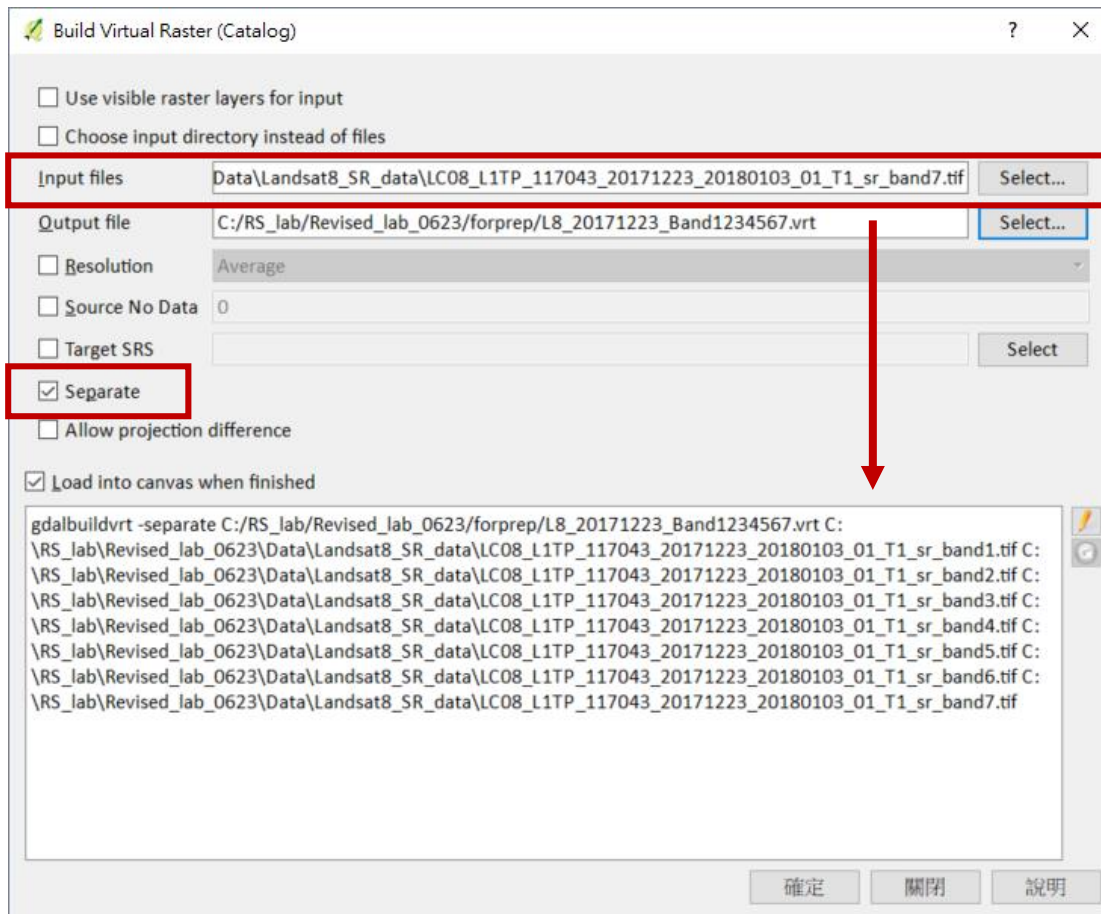
- **實作內容**：產出全彩(true-color)及假色(false-color)衛星影像
- **實作目的**：
 - 全彩影像：呈現與人類肉眼所見顏色相似的衛星影像
 - 假色影像：呈現非可見光波段、突顯特定地物特徵
- **使用圖資**：

影像_Landsat-8 地表反射率：

- ./Lab123_Data/**LC081170432017122301T1-SC20190620040915/**

主要工具：融合多個光譜.tif檔成一個網格檔

QGIS / Raster / Miscellaneous / **Build Virtual Raster (Catalog)**



反射率



全彩影像(True-color image)

Image display

Landsat-8 band

R band ← Band 4 – red

G band ← Band 3 – green

B band ← Band 2 – blue

| Spectral bands | Wavelength (micrometers) | Resolution (meters) |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Band 1–coastal/aerosol | 0.43–0.45 | 30 |
| Band 2–blue | 0.45–0.51 | 30 |
| Band 3–green | 0.53–0.59 | 30 |
| Band 4–red | 0.64–0.67 | 30 |
| Band 5–near IR | 0.85–0.88 | 30 |
| Band 6–SWIR 1 | 1.57–1.65 | 30 |
| Band 7–SWIR-1 | 2.11–2.29 | 30 |
| Band 8–panchromatic | 0.50–0.68 | 15 |
| Band 9–cirrus | 1.36–1.38 | 30 |
| Band 10–TIRS 1 | 10.60–11.19 | 100 |
| Band 11–TIRS 2 | 11.50–12.51 | 100 |



假色影像(False-color image)

Image display

Landsat-8 band

R band ← Band 5 – NIR

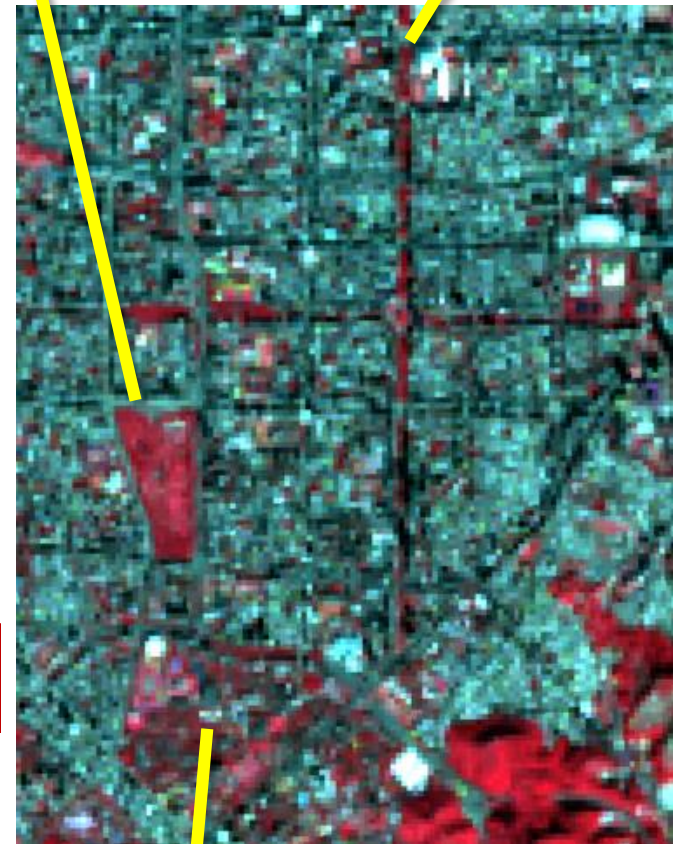
G band ← Band 4 – red

B band ← Band 3 – green

| Spectral bands | Wavelength (micrometers) | Resolution (meters) |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Band 1–coastal/aerosol | 0.43–0.45 | 30 |
| Band 2–blue | 0.45–0.51 | 30 |
| Band 3–green | 0.53–0.59 | 30 |
| Band 4–red | 0.64–0.67 | 30 |
| Band 5–near IR | 0.85–0.88 | 30 |
| Band 6–SWIR 1 | 1.57–1.65 | 30 |
| Band 7–SWIR-1 | 2.11–2.29 | 30 |
| Band 8–panchromatic | 0.50–0.68 | 15 |
| Band 9–cirrus | 1.36–1.38 | 30 |
| Band 10–TIRS 1 | 10.60–11.19 | 100 |
| Band 11–TIRS 2 | 11.50–12.51 | 100 |

大安森林公園

敦化南北路



台大校園

突顯植被

假色影像(False-color image)

Image display

Landsat-8 band

R band ← Band 7 – SWIR I

G band ← Band 6 – SWIR I

B band ← Band 4 – red

| Spectral bands | Wavelength (micrometers) | Resolution (meters) |
|------------------------|-----------------------------|------------------------|
| Band 1–coastal/aerosol | 0.43–0.45 | 30 |
| Band 2–blue | 0.45–0.51 | 30 |
| Band 3–green | 0.53–0.59 | 30 |
| Band 4–red | 0.64–0.67 | 30 |
| Band 5–near IR | 0.85–0.88 | 30 |
| Band 6–SWIR 1 | 1.57–1.65 | 30 |
| Band 7–SWIR-1 | 2.11–2.29 | 30 |
| Band 8–panchromatic | 0.50–0.68 | 15 |
| Band 9–cirrus | 1.36–1.38 | 30 |
| Band 10–TIRS 1 | 10.60–11.19 | 100 |
| Band 11–TIRS 2 | 11.50–12.51 | 100 |



突顯都市環境特徵

流程提示

Step 0: 匯入各個光譜(raster .tif檔)

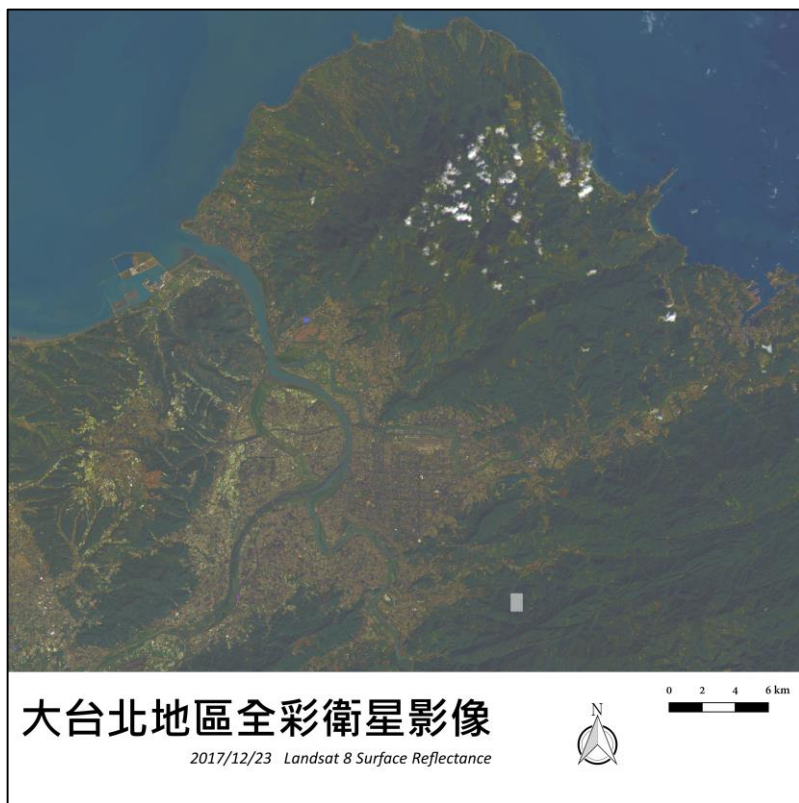
Step 1: 融合多個光譜.tif檔成一個.tif檔

Step 2: 以Red、Green、Blue呈現三個波段的反射率

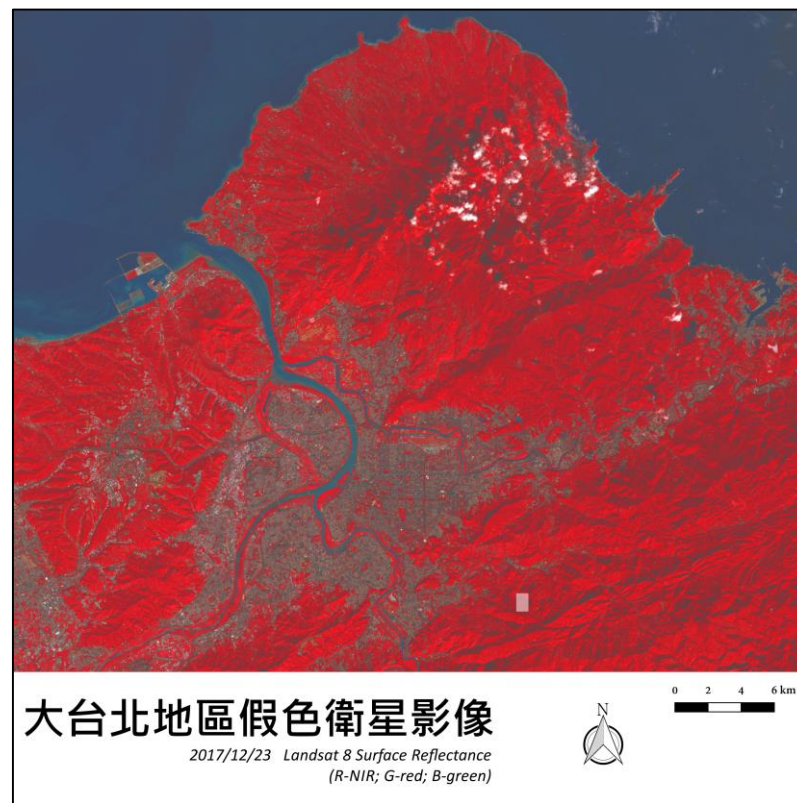
參考成果

實習1成果：

台北市的全彩衛星影像圖



台北市的假色衛星影像圖



實習2

- ① 實習內容與目的
- ② 使用圖資
- ③ 主要使用工具/功能
- ④ 操作流程與提示
- ⑤ 參考成果

實習內容與目的

- **實作內容**：從影像不同波段的地表反射率，計算植生指數NDVI。
- **實作目的**：推估地表綠覆率
- **使用圖資**：

影像_Landsat-8 地表反射率：

- ./Lab123_Data/**LC081170432017122301T1-SC20190620040915/**

台北市及全台圖層：

- ./Lab123_Data/**Taipei/Taipei_UTM51N.shp**
- ./Lab123_Data/**Taiwan/ TWNcounty_UTM51N.shp**

植生指數NDVI的解讀

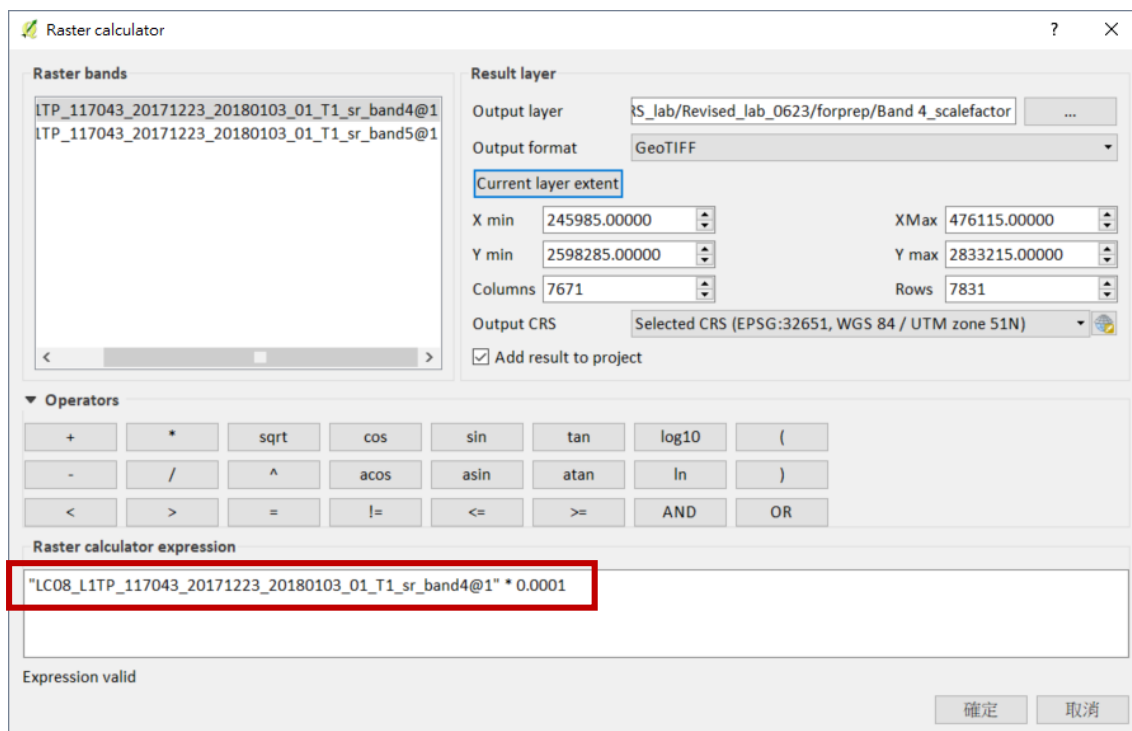
$$-1 \leq \text{NDVI} \leq 1$$

- NDVI 負值: 水、雪
- NDVI接近0 (約-0.1~0.1): 土壤、岩石、裸露地
- NDVI 正值: 植被
 - 約0.2~0.4: 灌木、草地
 - 越大: 森林

主要工具：網格資料的計算

QGIS / Raster / **Raster Calculator**

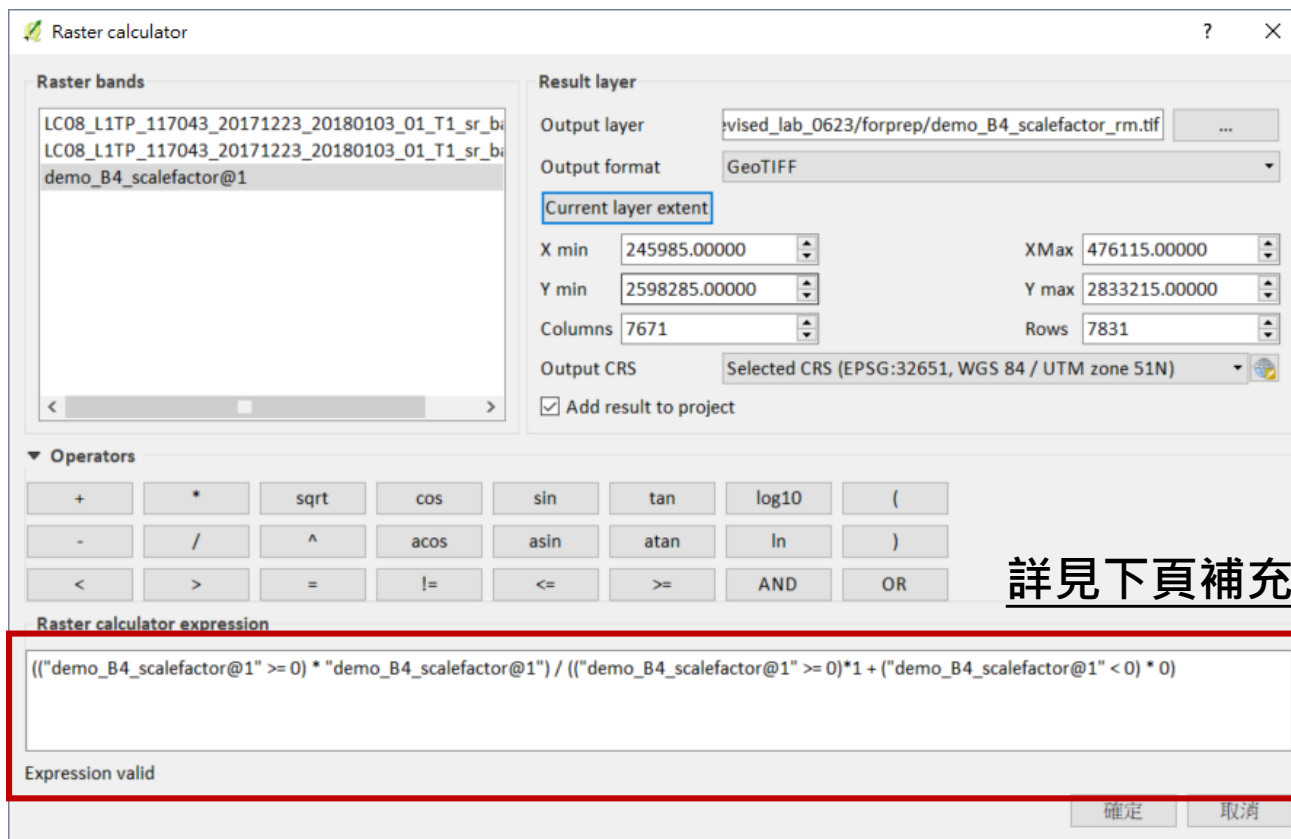
- ① 將反射率數值調整至0~1之間：原始數值×縮尺係數 (scale factor)



主要工具：網格資料的計算

QGIS / Raster / **Raster Calculator**

② 移除不合理值



詳見下頁補充說明

補充：Raster calculator的if-else邏輯的寫法

- 沒有if-else的函式(function)
- If-else邏輯：
 - TRUE → 回傳value = 1
 - FALSE → 回傳value = 0

移除不合理值：網格數值 < 0 轉為缺(NA)值，網格數值 ≥ 0 的數值不變

$$\frac{(RAS \geq 0) \times RAS}{((RAS \geq 0) \times 1 + (RAS < 0) \times RAS)}$$

- 網格數值 < 0 : $\frac{0 \times RAS}{(0 \times 1 + 0 \times RAS)} = \frac{0}{0} = NA$
- 網格數值 ≥ 0 : $\frac{1 \times RAS}{(1 \times 1 + 0 \times RAS)} = \frac{RAS}{1} = RAS$

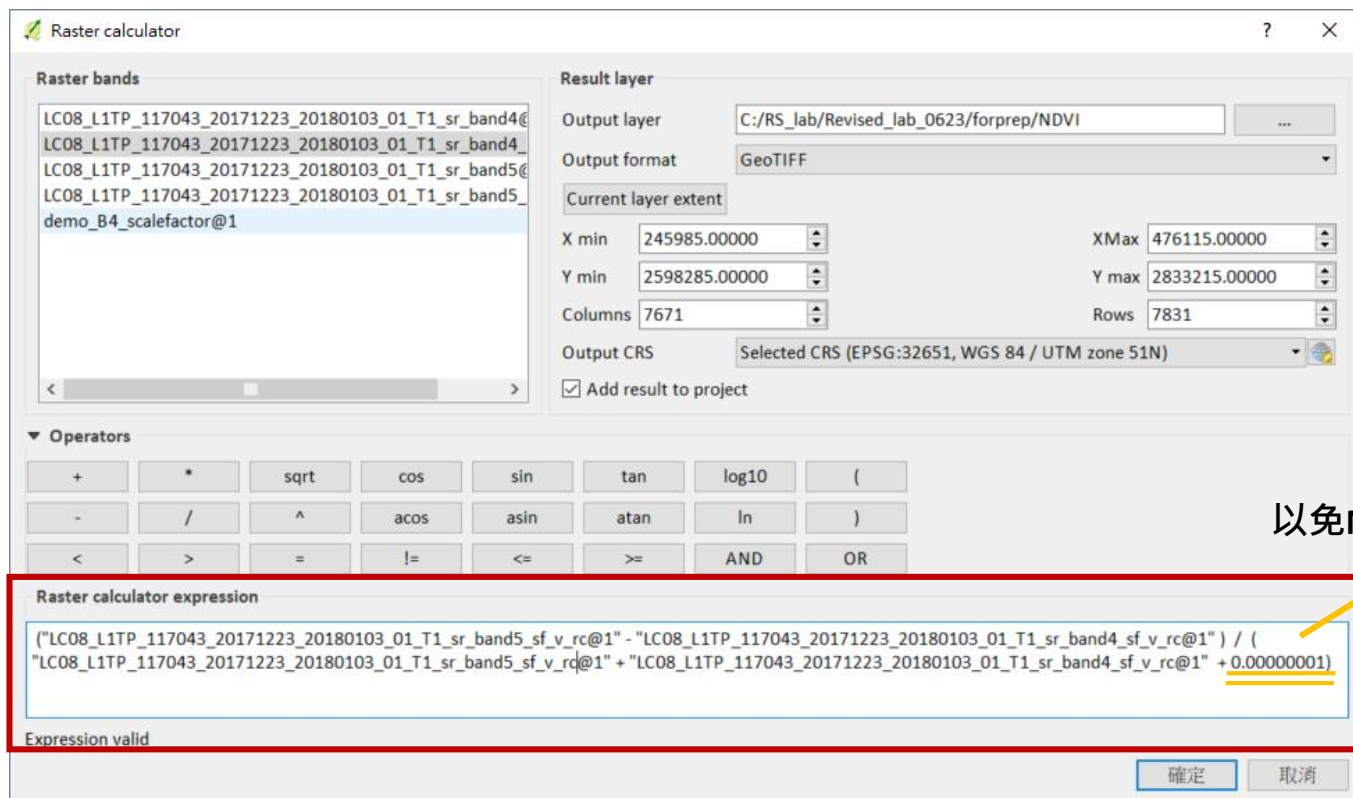
Raster calculator expression:

`(("RAS" >= 0) * "RAS") / ((("RAS" >= 0) * 1 + ("RAS" < 0) * 0)`

主要工具：網格資料的計算

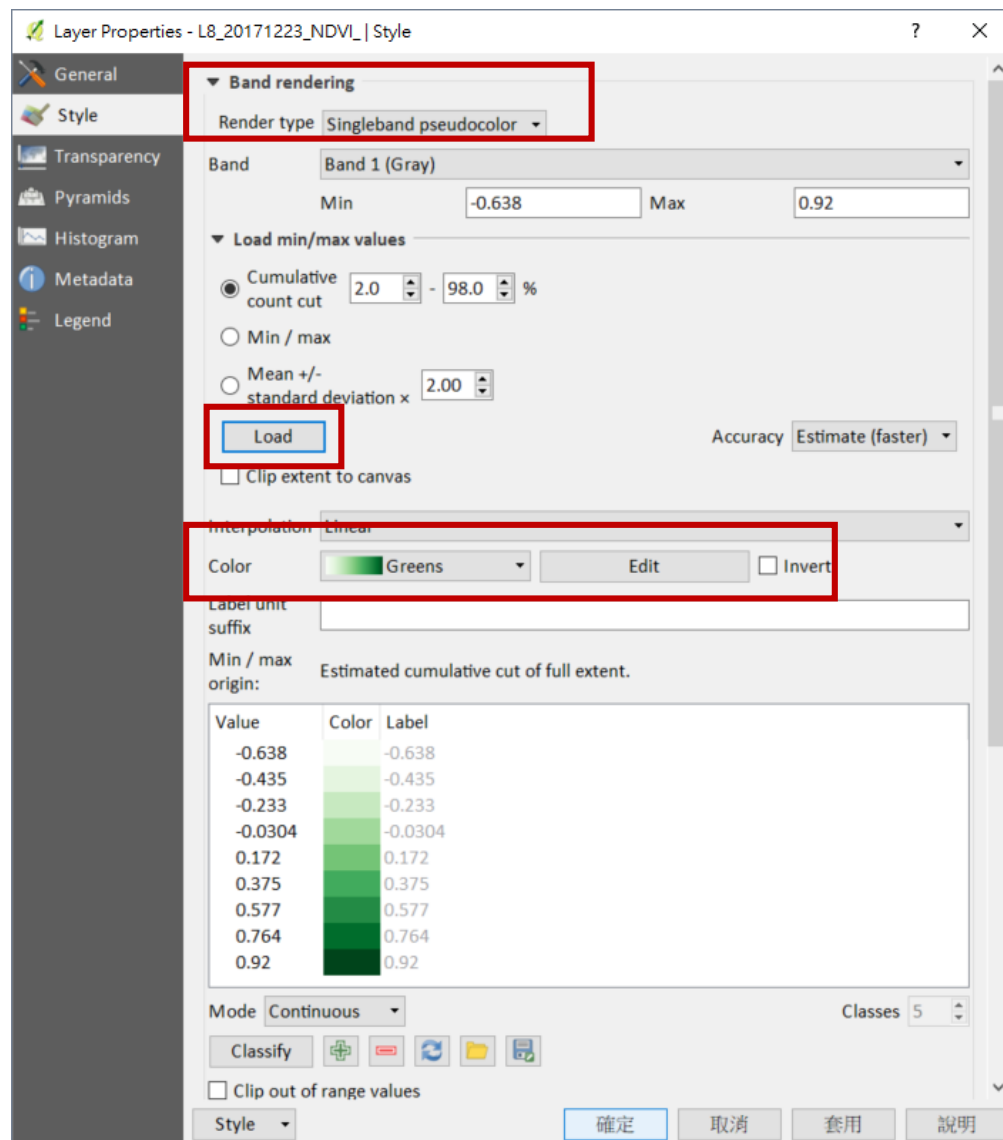
QGIS / Raster / **Raster Calculator**

③ 計算NDVI =
$$\frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$



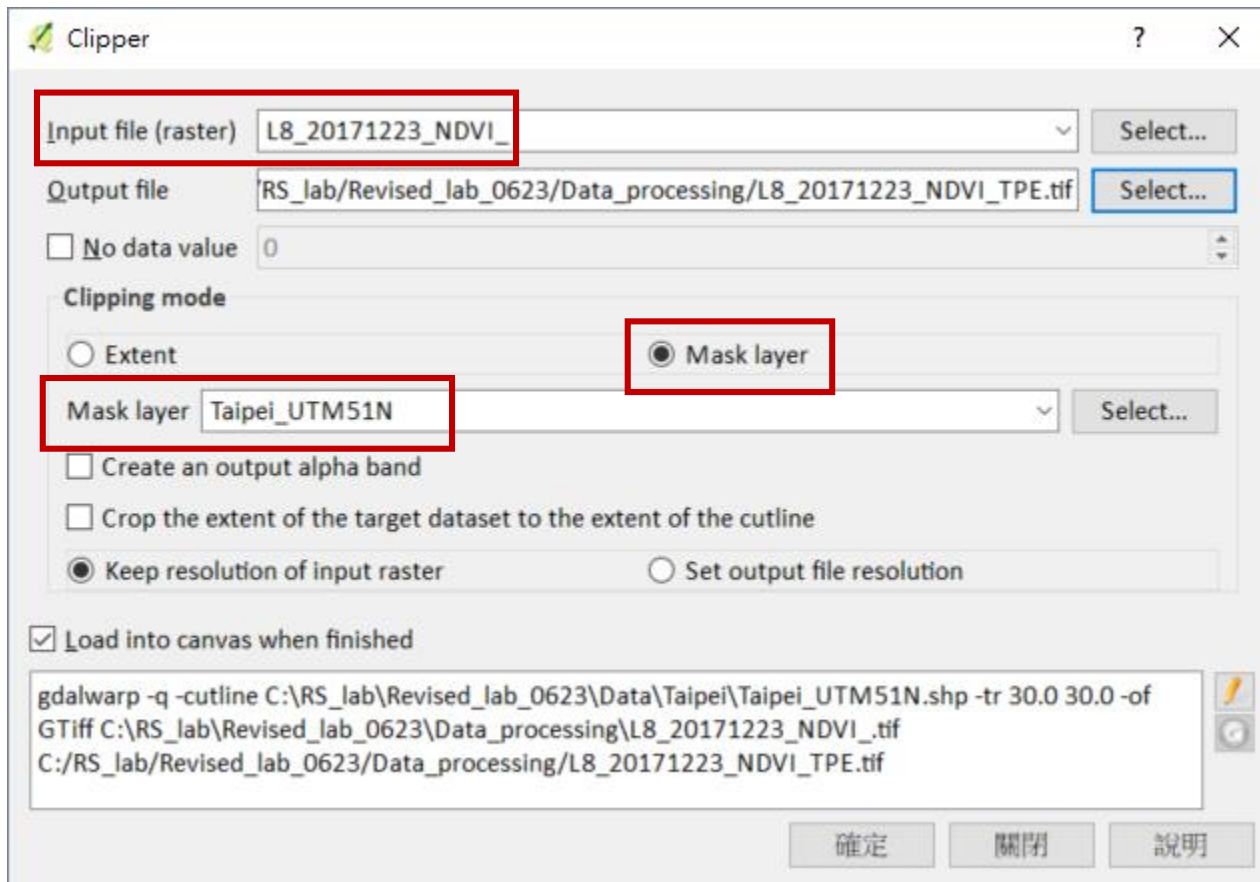
主要功能：NDVI的成色

NDVI_Layer/ Properties



主要工具：切出研究區範圍

QGIS / Raster / Extraction / **Clipper**



流程提示

Step 0: 匯入Band 4(Red)及Band 5(NIR)(raster_.tif檔)及研究區範圍(vector_.shp檔)

Step 1: 資料前處理

- 將反射率數值調整至0~1
- (移除不合理值)
- 計算NDVI

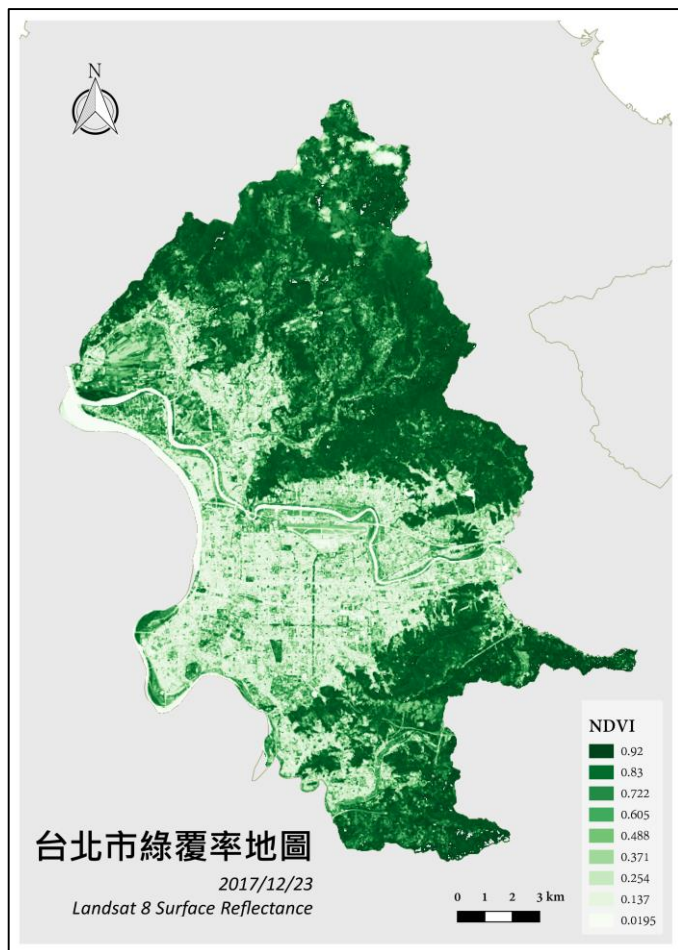
Step 2: 調整NDVI成色

Step 3: 切出研究區範圍

參考成果

實習2成果： 台北市綠覆率地圖

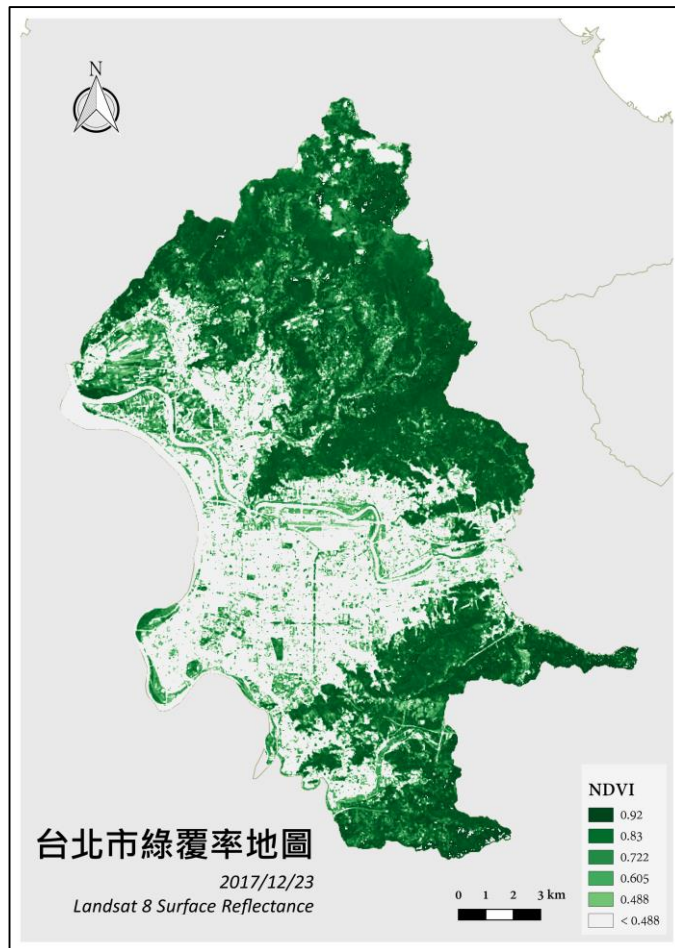
連續數值



(再請老師擇一下頁的圖)

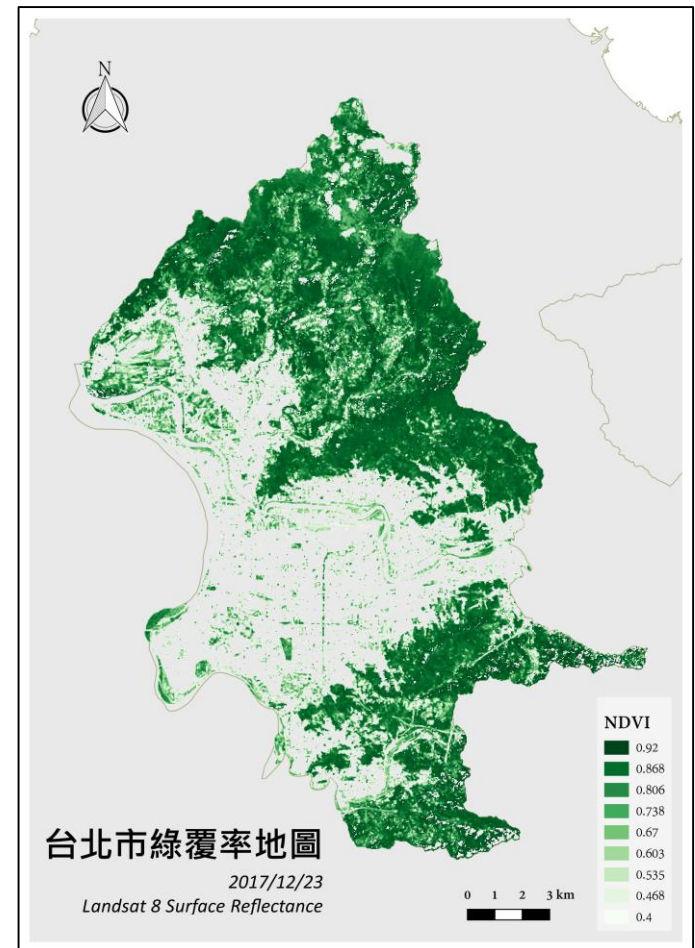
(Way 1)

$NDVI > 0.488$



(Way 2)

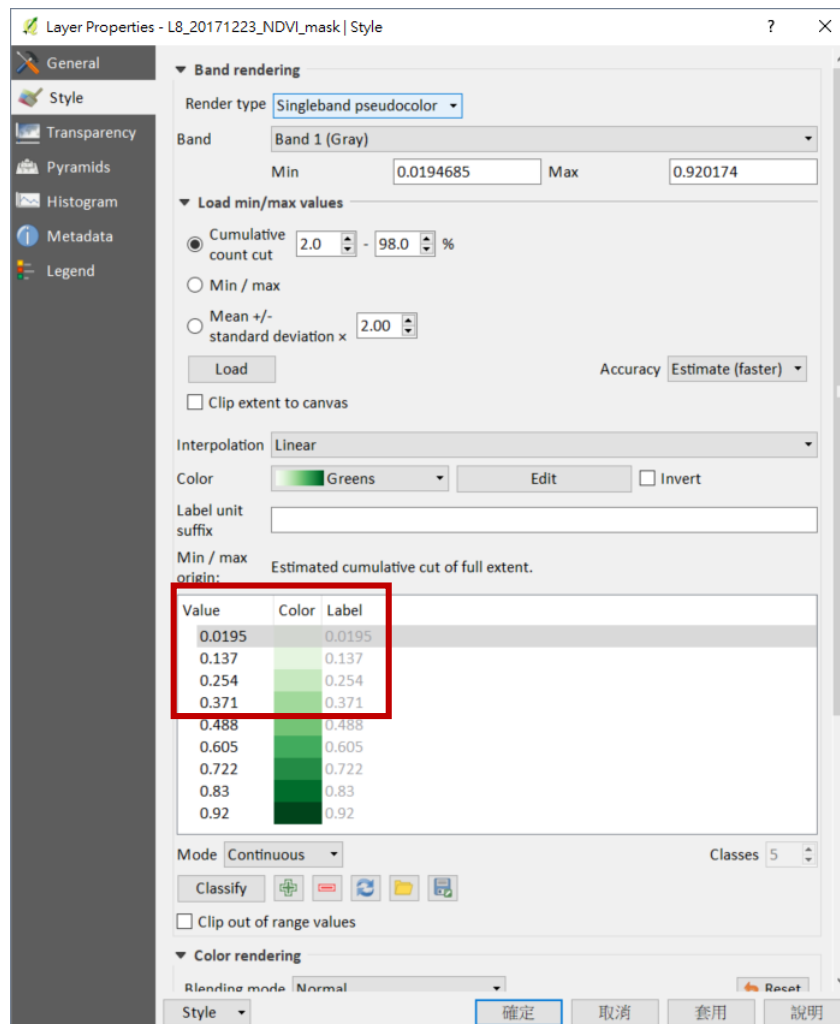
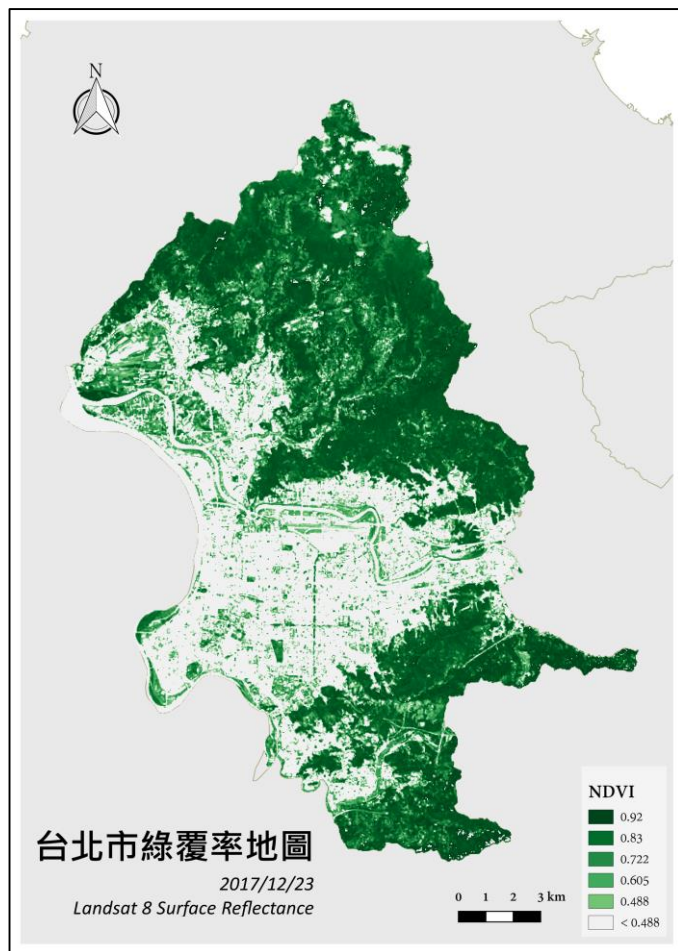
$NDVI \geq 0.4$



or

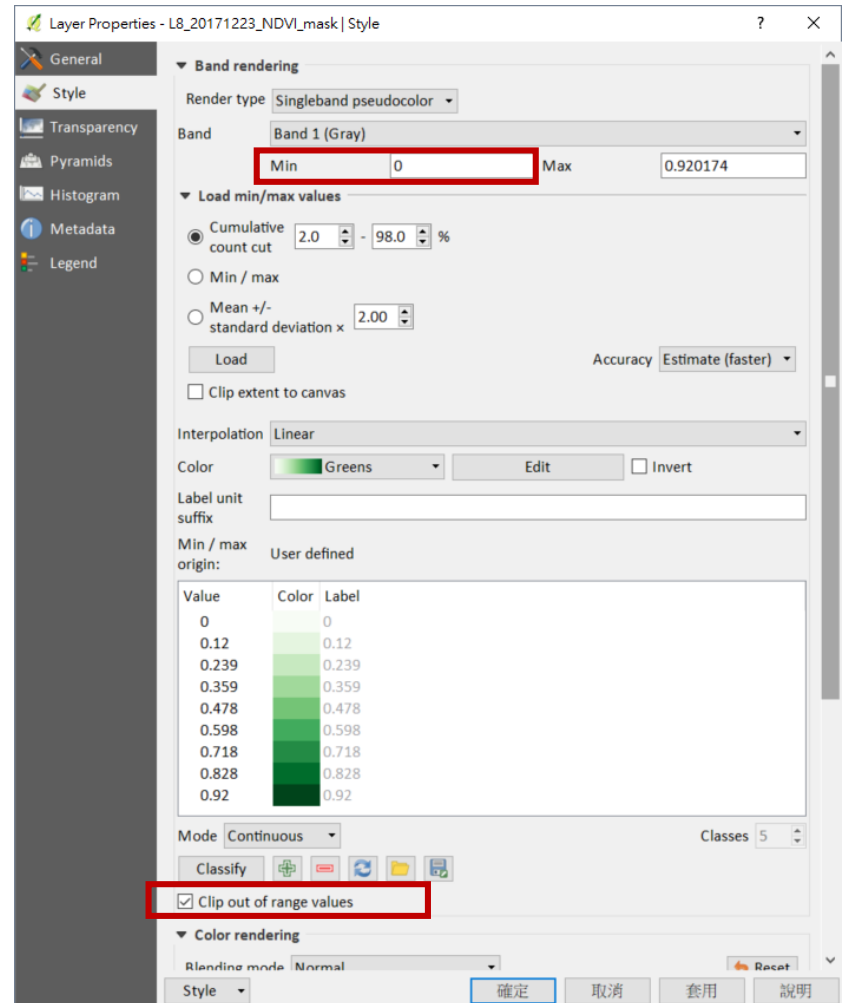
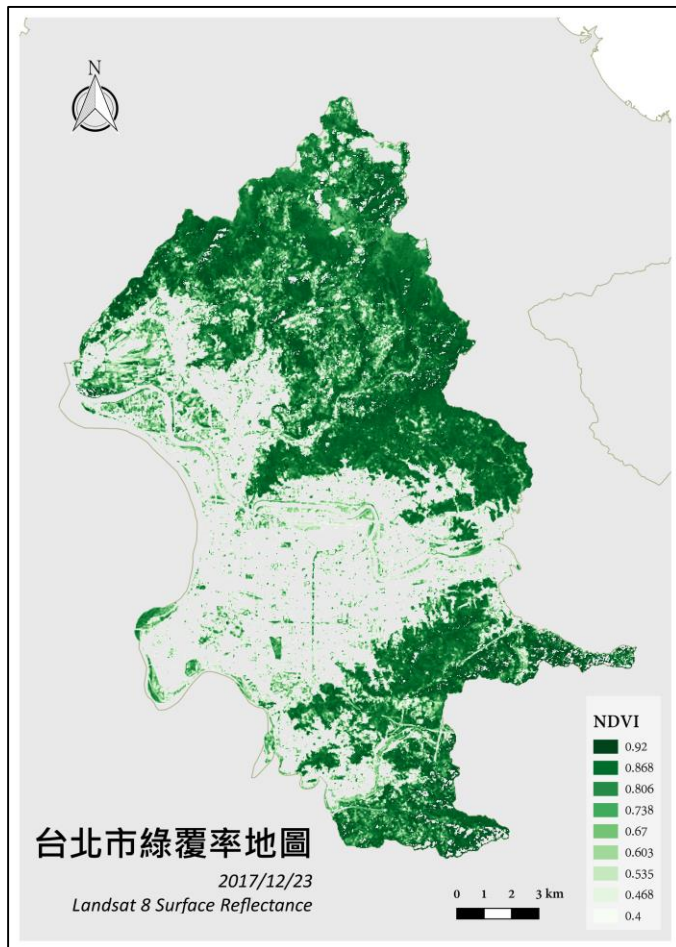
(Way1: 手動改<0.488的類別的顏色)

NDVI > 0.488



(Way2: 設定調色盤的最小值，並勾選Clip out-of-range value)

$NDVI \geq 0.4$



實習3

- ① 實習內容與目的
- ② 使用圖資
- ③ 主要使用工具/功能
- ④ 操作流程與提示
- ⑤ 參考成果

實習內容與目的

- 實作內容：計算不同時期的植生指數NDVI差異
- 實作目的：推估強降雨事件後的可能坡地崩塌
- 使用圖資：

影像_Landsat-8 地表反射率：

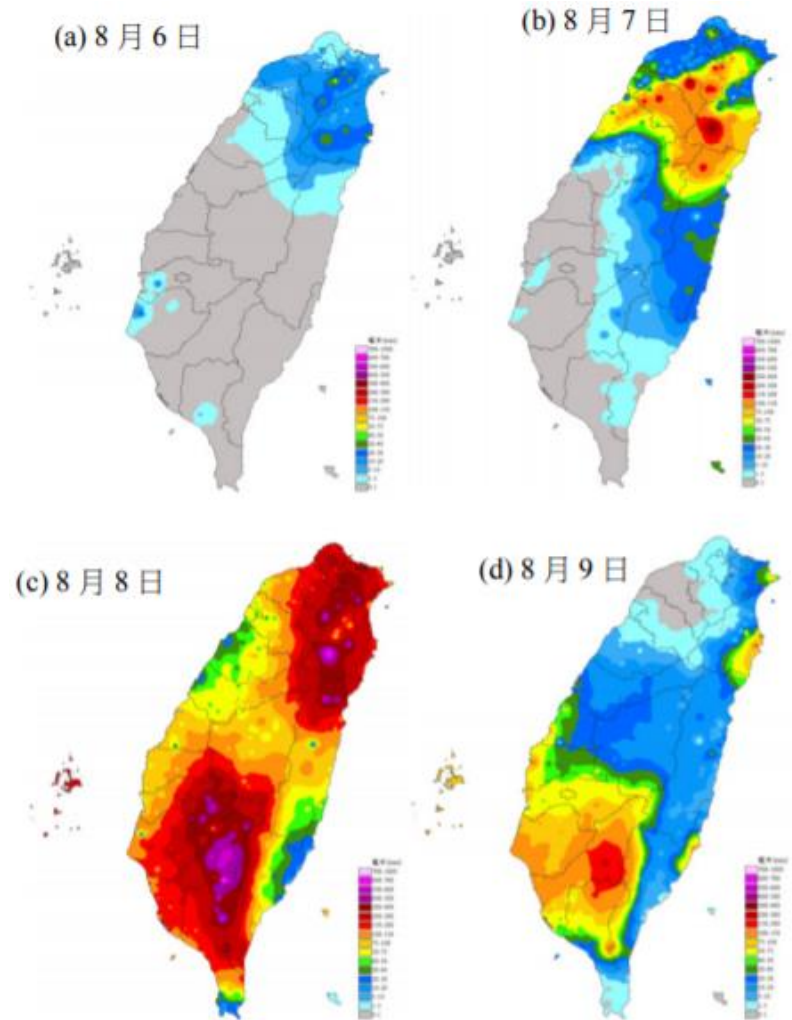
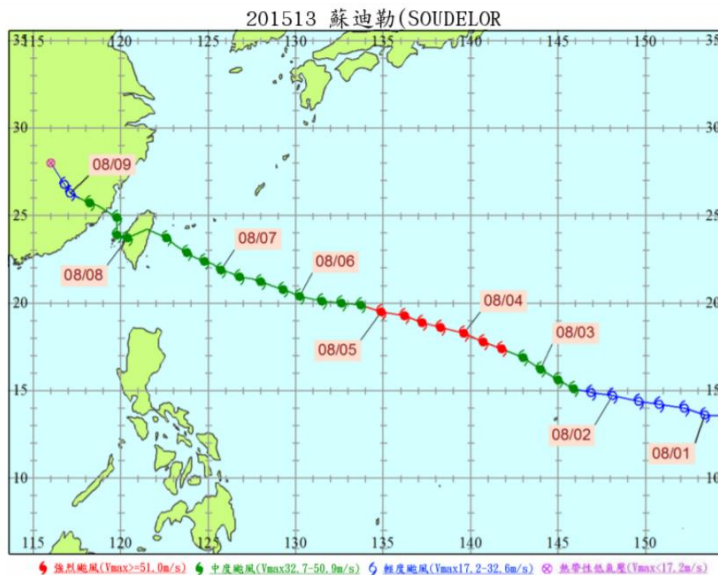
- [颱風前影像_2015/04/06]
./Lab123_Data/LC081170432015040601T1-SC20190623051356/
- [颱風後影像_2015/08/12]
./Lab123_Data/LC081170432015081201T1-SC20190623051424/

研究區圖層：

- [台灣縣市]
./Lab123_Data/Taiwan/ TWNcounty_UTM51N.shp
- [南勢溪(局部)集水區]
./Lab123_Data/ROI/ Lab3_ROI_UTM51N.shp
- [河流]
./Lab123_Data/River/ River_UTM51N_Lab3ROI.shp

2015年8月 蘇迪勒颱風

- 中度颱風
- 侵(近)臺日期：2015年08月08日
- 陸上發布及解除時間：
2015-08-06 20:30 ~ 2015-08-09 08:30

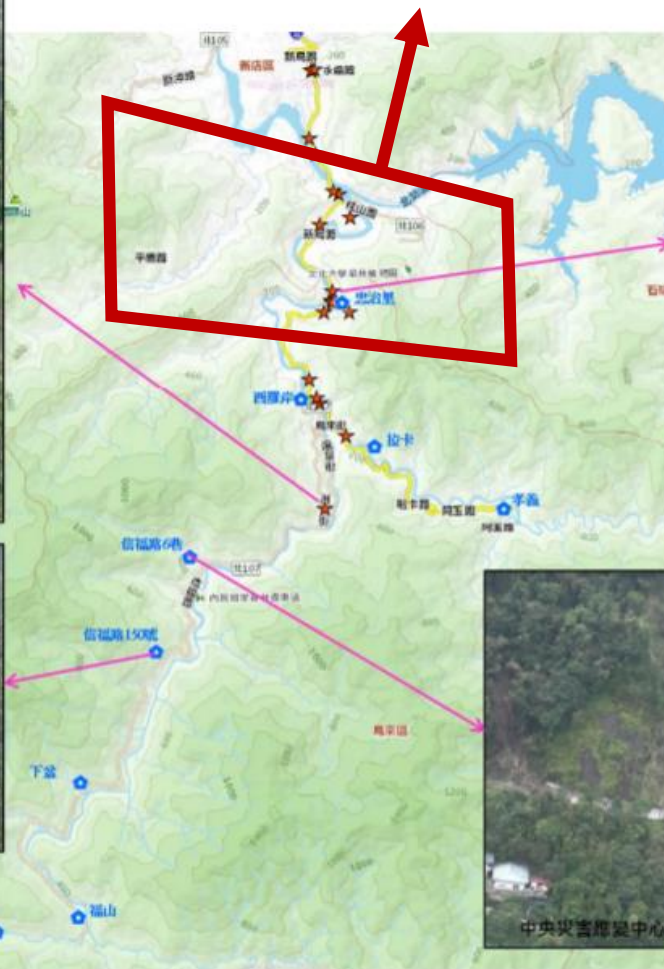


圖片來源：

- 羅雅尹，2016。民國104年颱風調查報告-第13號蘇迪勒(Soudelor)颱風(1513)，氣象學報第53卷第1期，頁61-84。
- 張志新，王俞婷，傅鏗漩，林又青，張駿暉，劉哲欣，... & 蘇元風，2015。2015年蘇迪勒颱風災害調查彙整報告。新北市：國家災害防救科技中心。

新北市烏來區南勢溪流域多處坍方

實習3研究區



推估強降雨事件後的可能坡地崩塌

- 颱風前影像：2015-04-06 Landsat 8 地表反射率



蘇迪勒颱風 (2015-08-06 ~ 2015-08-09)

- 颱風後影像：2015-08-12 Landsat 8 地表反射率

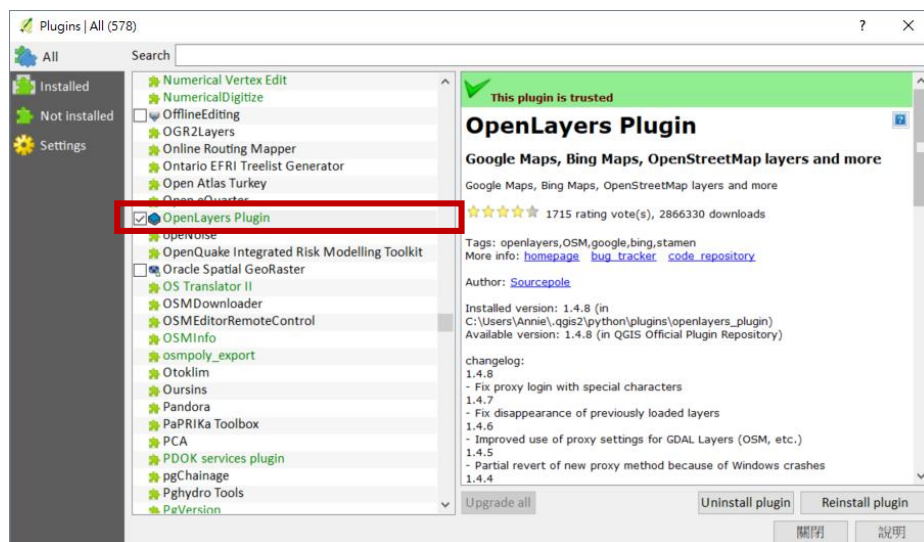
$$\Delta \text{NDVI} = \text{NDVI}_{\text{颱風前}} - \text{NDVI}_{\text{颱風後}}$$

可能崩塌地： $\Delta \text{NDVI} > 0$

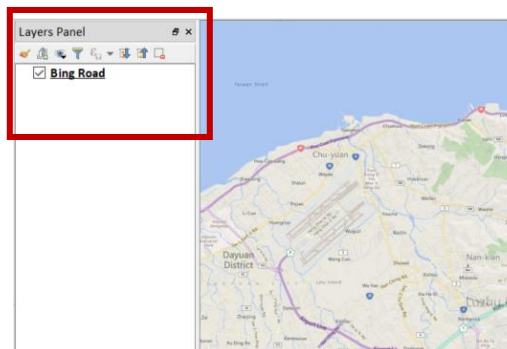
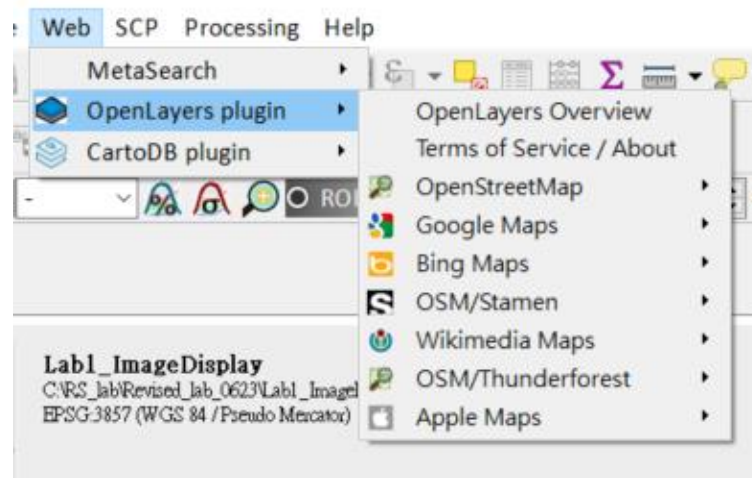
補充功能：加上網路地圖圖層

QGIS/ Plugins/ Manage and Install Plugins/ **OpenLayers Plugin**

(1) 安裝插件



(2) 載入網路地圖圖層



流程提示

Step 0: 匯入所需圖資

Step 1: 資料前處理

- 將反射率數值調整至0~1
- 移除不合理值

Step 2: 切出研究區範圍

Step 3: 計算植生指數NDVI

- 兩個時間點的NDVI
- 兩個時間點的NDVI差值

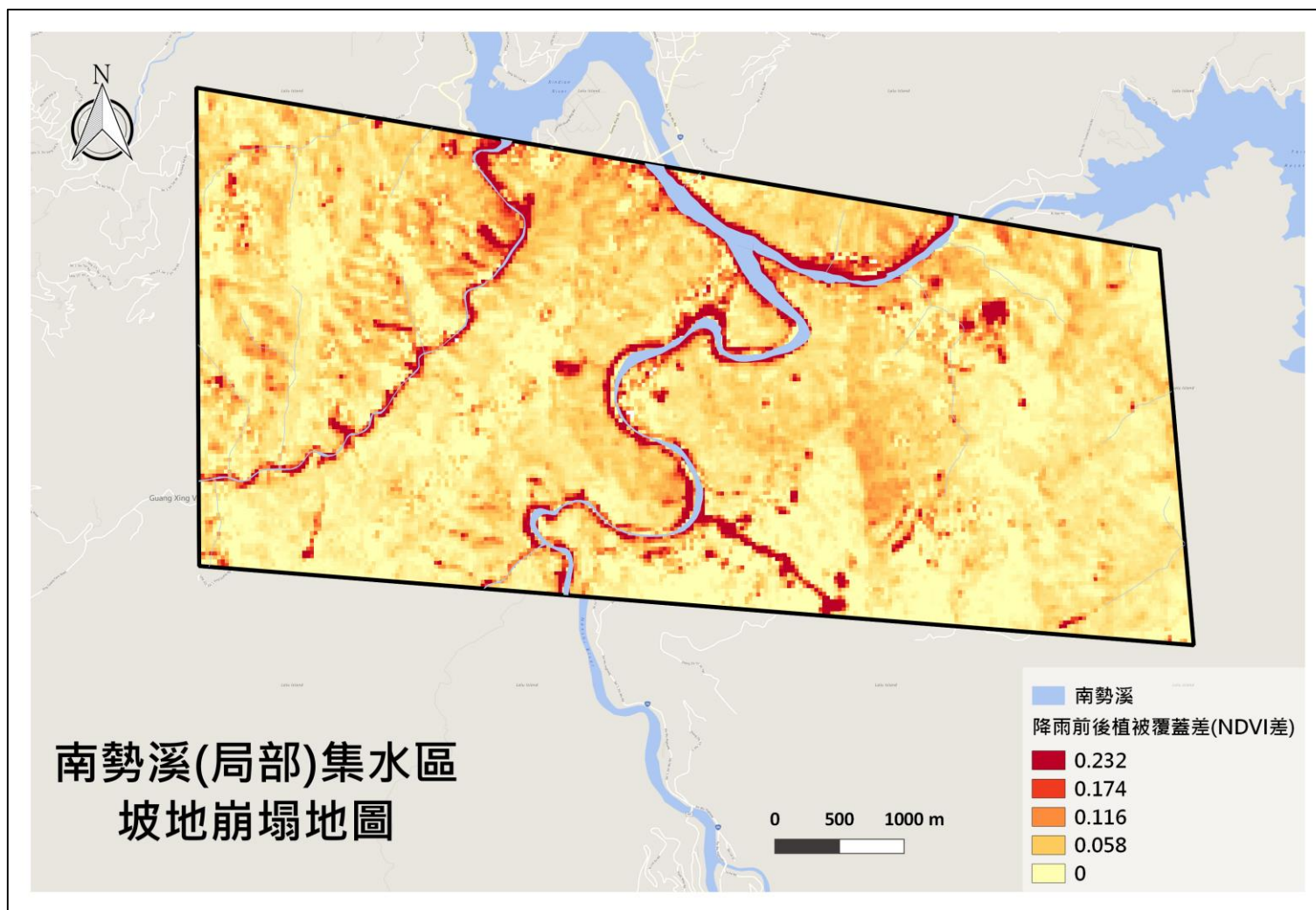
Step 4: 找出植被覆蓋減少的地區($\Delta NDVI > 0$)

Step 5: 調整成色

參考成果

實習3成果：

南勢溪(局部)集水區坡地崩塌地圖



(補充)

假色成像的顏色搭配(Useful websites)

Landsat-8波段的互動式R-G-B配色

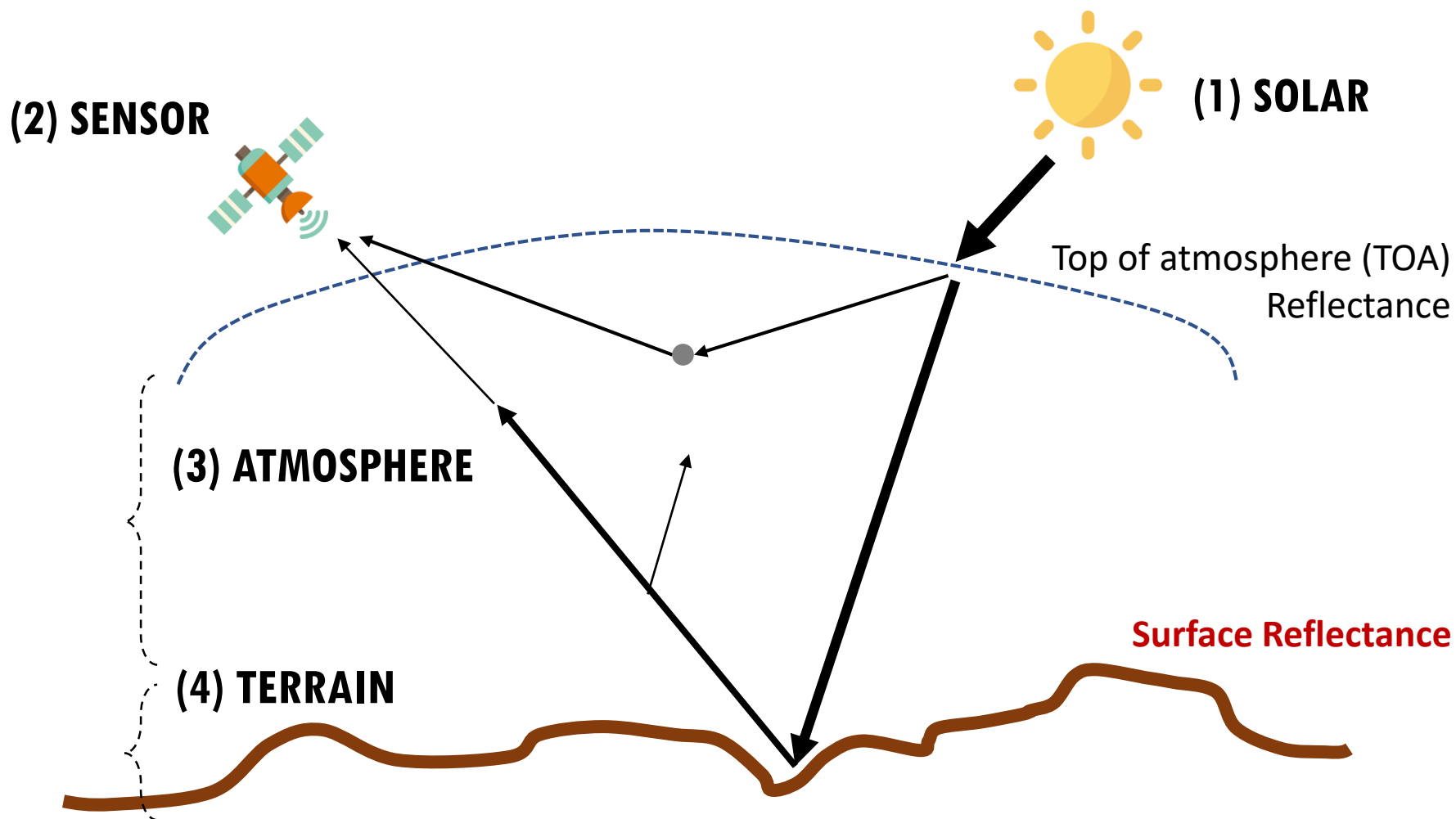
- http://gsp.humboldt.edu/OLM/Courses/GSP_216_Online/lesson3-1/composites.html (網站最下方)

Landsat-8波段常見的假色成像波段組合

- <https://www.harrisgeospatial.com/Learn/Blogs/Blog-Details/ArtMID/10198/ArticleID/15691/The-Many-Band-Combinations-of-Landsat-8>

從 光學衛星遙測 到 判釋地表特徵

地表反射率(surface reflectance)→ 物體特徵



Landsat 8 Level-2 Surface reflectance data product 的產製過程與校正

- Landsat Surface Reflectance data product(Landsat SR data product)已經是經過感測器與太陽校正、大氣校正(from MODIS)及地形校正(from GTOPO5)。
- 校正軟體：Landsat 8 Surface Reflectance Code (LaSRC) Software
- 校正步驟：
 - ① 校正 **SOLAR** 及 **SENSOR** 的效果：透過衛星metadata的校正參數(Level-2中提供的MTL file)，產出Top of Atmosphere (TOA) reflectance及TOA Brightness Temperature (BT)。
 - ② 校正 **ATMOSPHERE** 的效果：利用輔助資料做大氣校正，包含water vapor, ozone, 及從MODIS演算的 aerosol optical thickness (AOT) (因與local大氣溫度有關，Landsat-8無相關感測器；MODIS會作時間及空間內插)。
 - ③ 校正 **TERRAIN** 的效果：利用GTOPO5產製的數值高程做地形校正，產製**表面反射率(surface reflectance)**。

➔ Landsat 8 SR data product

Landsat 8 Level-2 Surface reflectance data product

即時資料多即時？

- 3-5天後(因要有對應的大氣資料做校正)

Landsat 8 Level-2 Surface reflectance data product 的檔名

LXSS **LLLL** **PPRRR** **YYYYMMDD** **yyyymmdd** **CX** **TX** **prod** **band** **ext**
(e.g., LC08_L1TP_039037_20150728_20160918_01_T1_sr_band1.tif)

| | |
|------|---|
| L | Landsat |
| X | Sensor ("O" = OLI; "T" = TIRS; "C" = OLI/TIRS) |
| SS | Satellite ("08" = Landsat 8) |
| LLLL | Processing correction level "L1TP" = Precision Terrain; "L1GT" = Systematic Terrain; "L1GS" = Systematic) |
| PPP | Path |
| RRR | Row |
| YYYY | Year of acquisition |
| MM | Month of acquisition |
| DD | Day of acquisition |
| yyyy | Year of Level 1 processing |
| mm | Month of Level 1 processing |
| dd | Day of Level 1 processing |
| CX | Collection number ("01", "02", etc.) |
| TX | Collection category ("RT" = Real-Time; "T1" = Tier 1; "T2" = Tier 2) |
| prod | Product, such as "toa" or "sr" |
| band | Band, such as "band<1-11>," "qa," or spectral index. |
| ext | File format extension, such as "tif", "tfw", "xml", "hdf", "hdr", "nc", or "img" |

Top of atmosphere

Surface reflectance

Landsat 8 Level-2 Surface reflectance data product 的資料內容

In the zip file (13 files in total):

名稱

| | |
|---|--|
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1.xml | → 資料基本說明 |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_ANG.txt | → 做solar及sensor correction的校正參數 |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_MTL.txt | → 做solar及sensor correction的校正參數 |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_pixel_qa.tif | → 每個30m格子的Quality Assessment(包含雲、雲的陰影) |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_radsat_qa.tif | → 輻射飽和度Quality Assessment |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_aerosol.tif | → 大氣氣膠(有拿來做SR的大氣校正) |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band1.tif | } → Band 1 ~ Band 7 地表反射率 |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band2.tif | |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band3.tif | |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band4.tif | |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band5.tif | |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band6.tif | |
|  LC08_L1TP_117043_20171223_20180103_01_T1_sr_band7.tif | |

Landsat 8 Level-2 Surface reflectance specification

數值：反射率(以正整數儲存)，乘上縮尺係數→ 0 - 1

Surface reflectance = *Raster value* × *scale factor*

| Band Designation | Band Name | Data Type | Units | Range | Valid Range | Fill Value | Saturate Value | Scale Factor |
|--------------------|-----------|-----------|-------------|---------------|-------------|------------|----------------|--------------|
| ProductID_sr_band1 | Band 1 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band2 | Band 2 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band3 | Band 3 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band4 | Band 4 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band5 | Band 5 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band6 | Band 6 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |
| ProductID_sr_band7 | Band 7 | INT16 | Reflectance | -2000 – 16000 | 0 - 10000 | -9999 | 20000 | 0.0001 |

Valid range (0 - 10,000) × Scale factor (0.0001) = Value range (0 - 1)