

衛星影像分析-集集攔河堰水體計算

Monitoring the storage volume of Jiji weir water reservoirs from Taiwan Data Cube using multi-spectral satellite images

前言

一、研究動機

2021年初是西部地區的大規模乾旱事件，導致全台缺水，加上攔河堰因先前泥沙堆積導致蓄水量下降，使缺水明顯。2021年四月中旬乾涸的日月潭出現罕見的大草原，使我們對於水資源的了解有更濃厚的興趣，又因集集攔河堰為離南投市最近水庫，因此決定調查集集攔河堰水量多寡與其中裸露地的秘辛。

二、研究範圍簡介

集集攔河堰位於南投縣集集鎮林尾里是目前台灣最大的攔河堰，為濁水溪河道最窄處。水庫原設計蓄水量1千萬立方公尺，因混濁的濁水溪搬運大量的泥沙淤積，加上活動斷層切穿集水區造成地質條件破碎，目前有效蓄水量僅剩餘一半約500多萬立方公尺，且持續惡化中。

三、研究目的

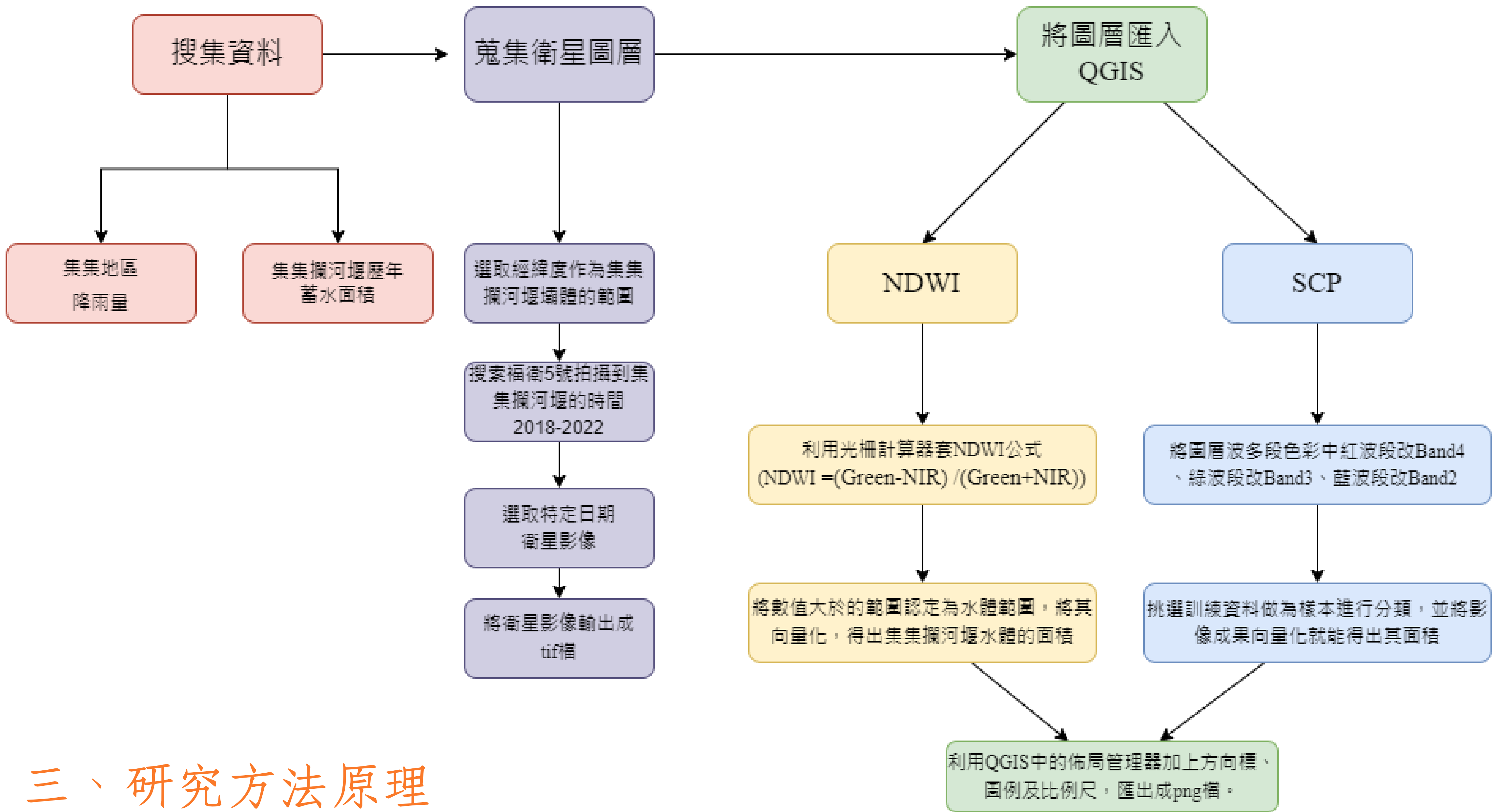
- (一)比較 SCP及NDWI計算體的準確度。
- (二)討論 2018 年~2022 年集集攔河堰蓄水量面積的變化趨勢。
- (三)利用數值高程模型(DEM)模擬水面下真實地形。

研究器材與方法

一、研究設備及器材

福爾摩沙衛星五號(福衛五號、FS5)、哨兵二號(sentinel 2、S2)、Jupyter、Quantum Geographic Informaiton System(QGIS)、STLviewer

二、研究操作程序圖



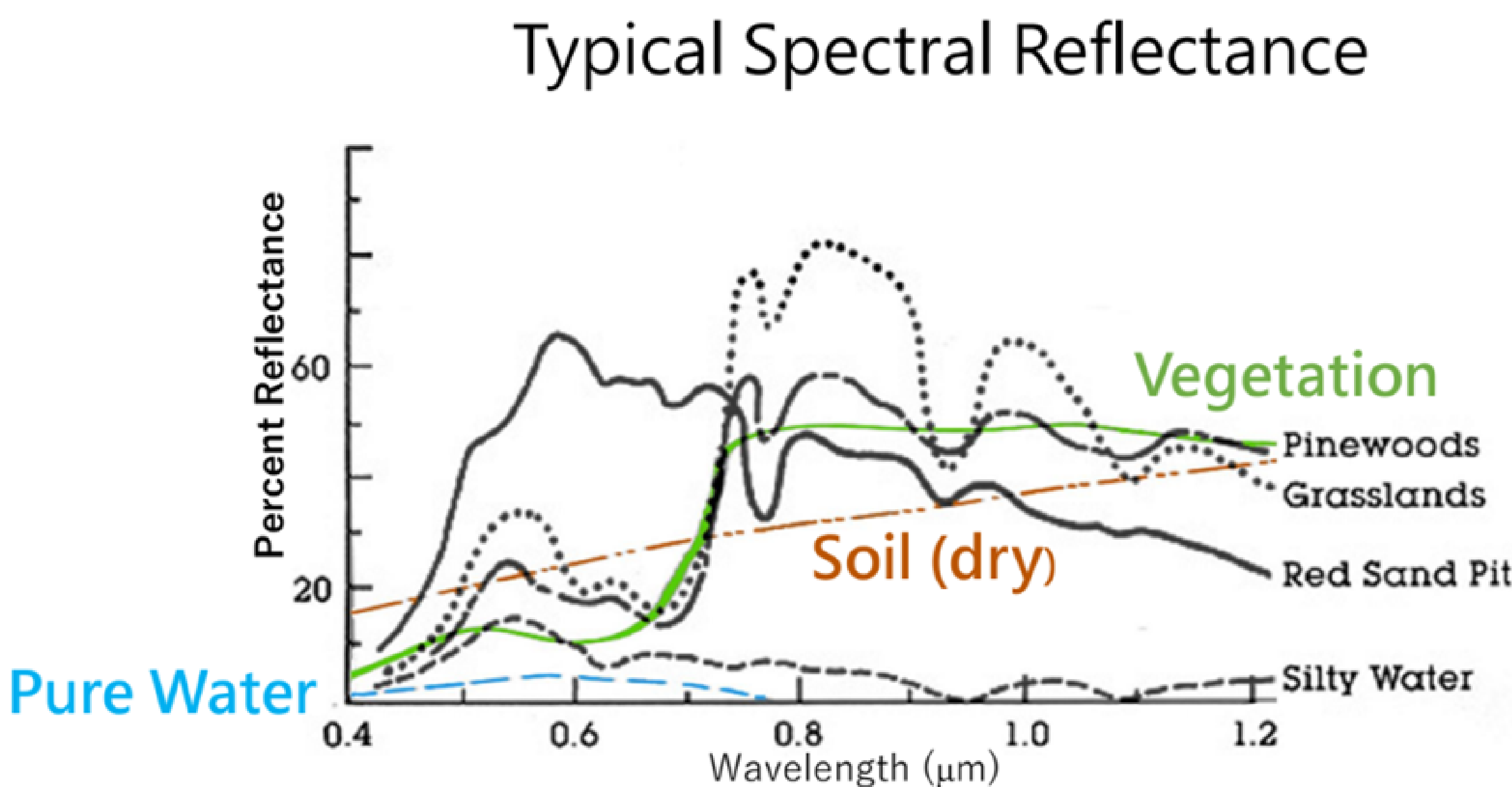
三、研究方法原理

(一) 差異化水指數標準差(NDWI)

NDWI 比值關係如式： $NDWI = (Green - NIR) / (Green + NIR)$

(二) 半自動分類外掛程式(SCP)

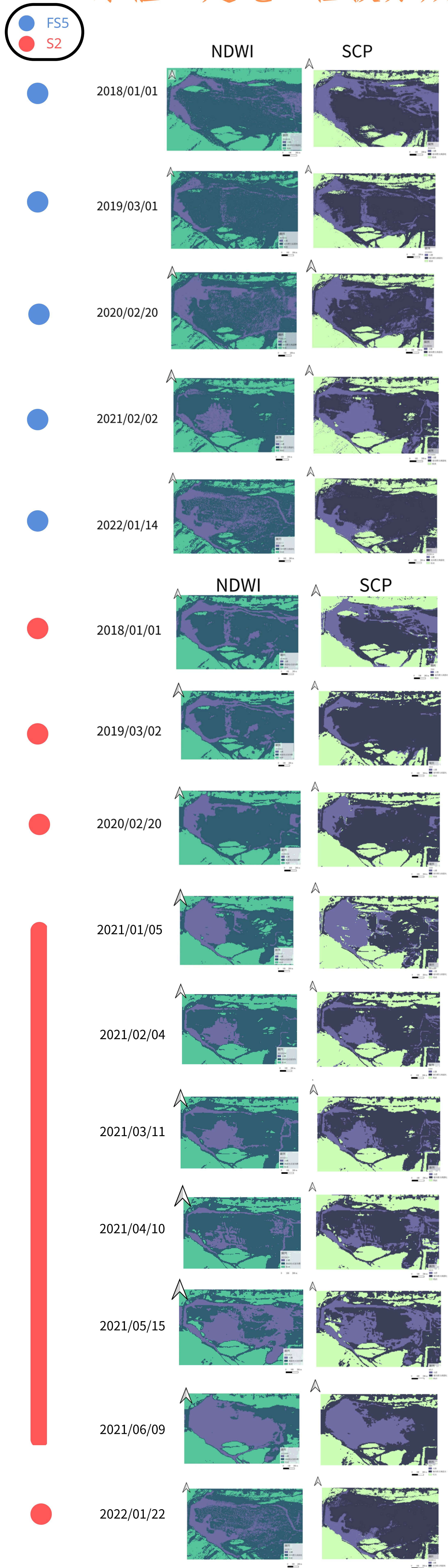
是允許對遙測圖像進行監督分類，依光譜特性將影像劃分為多個類別。



光譜特性曲線圖

實驗結果

一、利用FS5與S2衛星影像進行水體、建地、植被分類結果



二、利用輻射訊號強度所製作出的模擬水底地形圖

(一)研究動機

泥沙堆積一直一來是集集攔河堰非常大的問題，由於進行人工測量或聲納探測為費時費力之方法，因此為了更快速得知河道下之地形，我們利用衛星中不同物體的輻射特徵與強度的差異，利用上述方式模擬水底之地形。

(二)研究目的

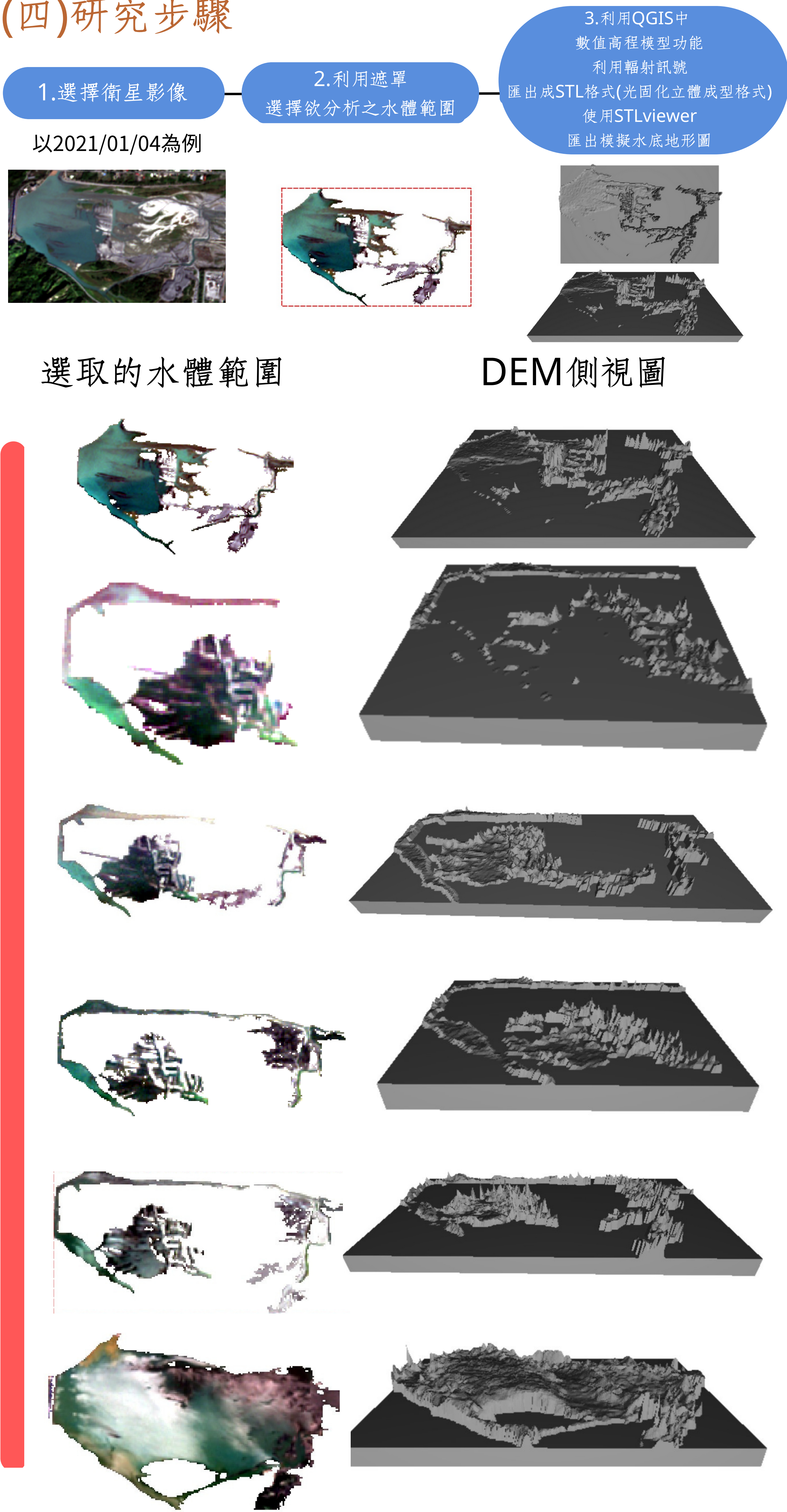
由於水體面積無法完整的顯示水庫真實的存儲量，利用所建立的模型看體積，實際預估其可用水量，可有助於觀測真實水情。

(三)研究方法原理

若沉積物跟水的反射率都是固定的，那在我們計算出來分類的水體之下，如果整體輻射數值比較低，那就象徵著此處的水深較大，因為水的反照率比沉積物的低。

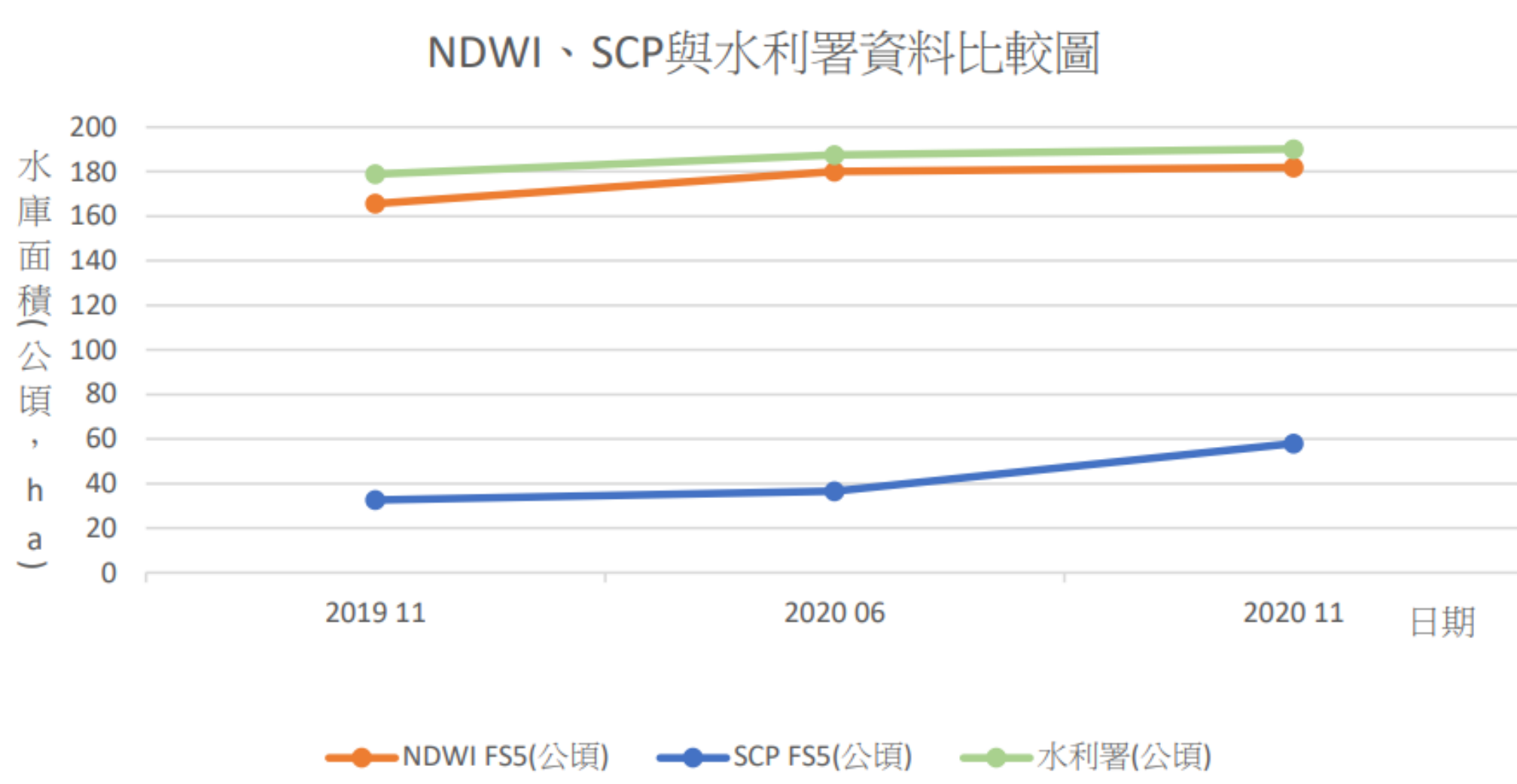
因此在NDWI分類裡面判斷是水體的位置，那這個水體之下的畫出來的DEM模型就可以象徵水下地形的起伏。

(四)研究步驟



討論與結論

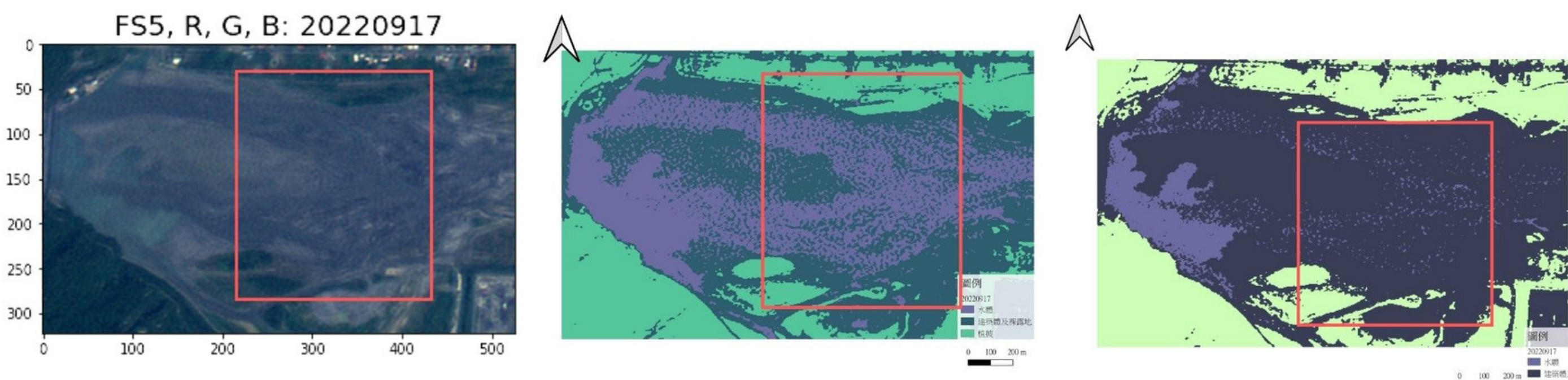
一、比較SCP及NDWI水體面積對本研究之可信度評估



(一) NDWI 的數據及趨勢較接近水利署在集集攔河堰拍攝的航照資料，結果 NDWI 相較於 SCP 更接近水利署所提供的資料，由此推測 NDWI 在測量水體範圍上可信度較高。此實驗中，訓練樣區只有三種，較不利於SCP進行分類，因此在本次討論水體的實驗中，不具優勢。

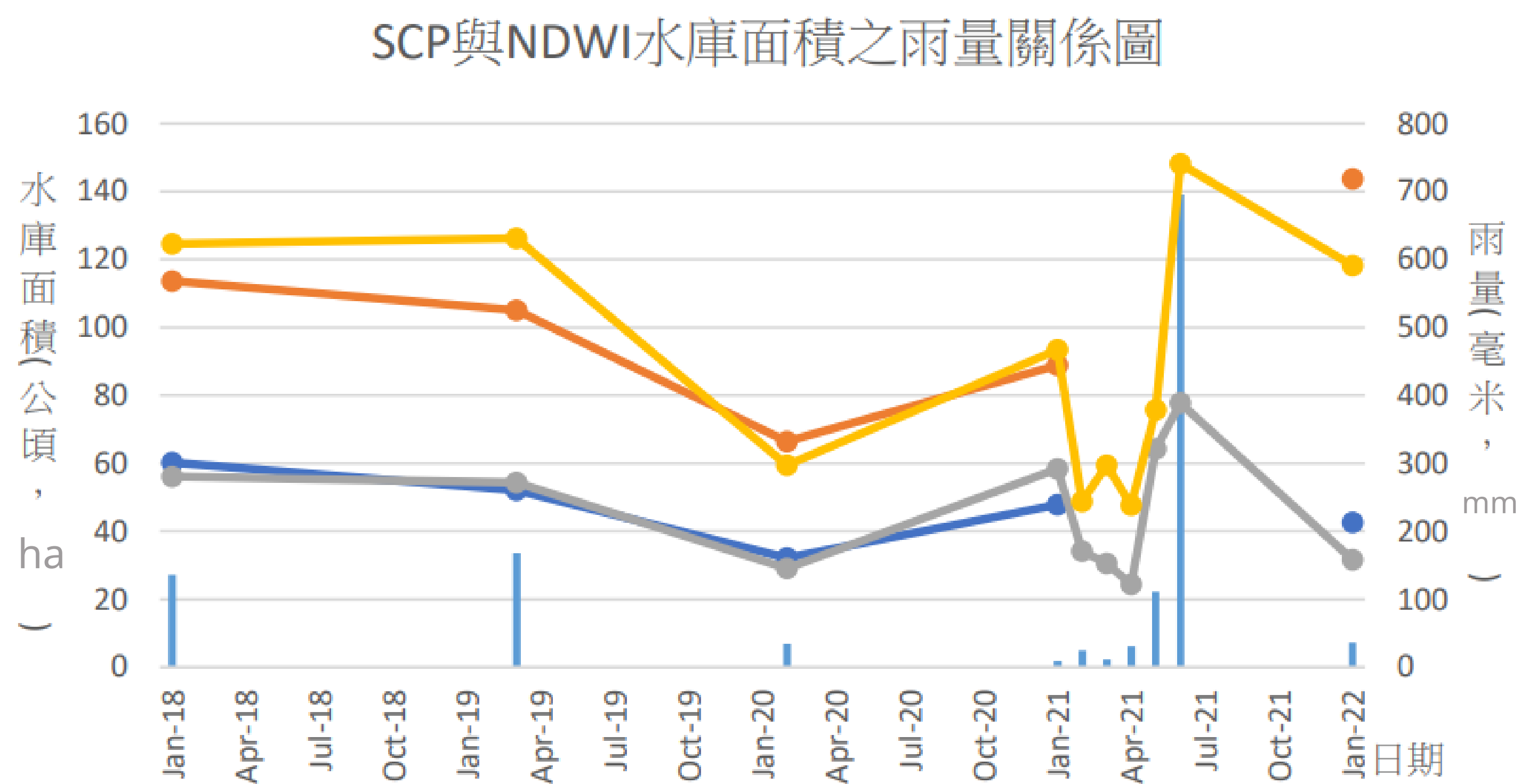
(二) 比對衛星資料、NDWI與SCP用肉眼觀察的水體面積分布，可發現NDWI的水體分布範圍較接近衛星影像。

	2019/3/1	2020/2/20	2020/10/11
NDWI (公頃)	165.6797	180.1616	181.9181
SCP (公頃)	32.5926	36.5144	57.9927
水利署(公頃)	178.9	187.61	190.2



二、降雨量與水庫面積之關係

	2018/01	2019/03	2020/02	2021/01	2021/02	2021/03	2021/04	2021/05	2021/06	2022/01
SCP FS5(公頃)	60.2081	32.5926	57.9927	47.8188	無	無	無	無	無	42.5644
NDWI FS5(公頃)	113.6650	105.0820	66.4359	88.8336	無	無	無	無	無	143.7258
SCP S2(公頃)	56.0255	14.4221	26.7511	58.4246	34.1012	30.5077	24.3621	64.2636	77.7024	31.5877
NDWI S2(公頃)	124.6168	126.2194	59.4051	93.3898	48.7603	59.4278	47.6791	75.6979	148.1240	118.2255
月降雨量(mm)	136.0	168.0	34.5	9.0	25.0	11.5	31.0	111.0	695.5	36.0



(一) NDWI 與 SCP 的水體面積變化趨勢跟累積雨量大致上有相對應的變化。

(二) 2020、2021水庫面積比往常少，是因2020年的降雨少、無颱風，加上2021年初的降水依舊稀少，導致缺水問題加重。

日期	面積(公頃)	水位(m)
2021/01/05	93.39	210.63
2021/02/04	48.76	208.47
2021/03/11	59.43	208.49
2021/04/10	47.68	207.25
2021/05/15	75.70	207.88
2021/06/09	148.12	213.18

集集攔河堰之水體面積與水位表

三、利用DEM建模所發現之攔河堰特徵

- (一) 由DEM分析結果顯示集集攔河堰的蓄水功能已較設計創建之初的理想容積減少許多，可推知此區域沉積速率極高。
- (二) 乾季時，沉積物的分佈易受水文條件與風場條件變動而明顯變異，進而顯著影響攔河堰蓄水能力。
- (三) 從右表與DEM可以發現，沉積物旱季時每個月在壩底都有明顯的遷徙型態，但從NDWI的解算結果水體面積並無太大差別。因此發現單純用傳統的（水位×面積）無法計算出真實水體儲藏量，沉積物的分佈型態佔據更舉足的影響性，需透過衛星影像分析才能有效重建水體量並適時的做出乾旱預警。

未來展望

- 一、實地探測集集攔河堰，進行體積方面的調查，以利更精準掌握水量。
- 二、利用衛星影像與NDWI監測水庫即時水位或淤沙量，作為限水、潰堤警界預報。
- 三、將計算方式寫成程式，並開發即時觀測水情之APP，以便民衆更加知曉台灣水情。
- 四、將此計算方式運用在他處水庫，方便及時觀測水情。
- 五、SCP可用於樣區類別較多處進行分析。如土耳其震災的崩塌範圍與房屋倒塌區域解算，鎖定救災的目標區域提高救災效能與災後評估，提早作出相對政策。

參考文獻

- 1.國家太空中心。資料立方應用服務平台。取自<https://www.tasa.org.tw/>
- 2.國立中央大學太空及遙測研究中心。SPOT衛星影像介接服務平台。取自https://data.csr.sr.ncu.edu.tw/index_WMTS.php
- 3.Bo-cai Gao(1996).NDWI-A normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space,from<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0034425796000673> (詳情見作品說明書)