

# 以 Sentinel-1 合成孔徑雷達影像產製地表水分布頻率圖 — 使用 Google Earth Engine 雲端分析平台

白佩鑫<sup>1</sup>、陳振宇<sup>2</sup>、詹婉妤<sup>3</sup>、施佩昱<sup>1</sup>

## 摘要

### 壹、緣起

隨著全球人口增長與經濟產業活動迅速發展，聯合國世界水資源發展報告 (World Water Development Report, 2019) 指出全球平均用水量每年以 1% 的速度增長，預估在 30 年後，世界用水量會增長 20%~30%。此外，近年來全球氣候變遷導致降雨在時間與空間上分布不均，各地水旱災頻傳。台灣被列為全球排名第 18 的缺水國家，在 2020 年經歷了 52 年以來降雨最少的一年，未來如何妥善利用與分配水資源將是重要的課題。

### 貳、課題

由於地表水的時空分布不僅受到氣候變遷與人類活動的影響，亦會反饋影響氣候、生物多樣性和人類生活，因此許多研究嘗試以不同方式建立相關資訊。例如 Pekel, J. F 等使用 Landsat 衛星影像產製 1984 年至 2015 年 30 公尺解析度之全球地表水分布頻率圖 (Pekel, J. F. et al, 2016)，並提供季節性常流水及永久性地表水等資訊，以呈現全球水資源長期分布狀況。此外，因為 Landsat 係為光學衛星，影像易受雲霧等影響，且前揭全球地表水分布頻率圖係為全球尺度，故如欲應用於台灣則其解析度仍顯不足。本研究將採用解析度 10 公尺且平均 6-12 日即經過臺灣的 Sentinel-1 雷達衛星影像，產製台灣地表水分布頻率圖，並利用 Google Earth Engine 雲端分析平台 (以下簡稱 GEE) 強大的運算能力，進行遙測影像的分析處理，期能建立自動化的流程以即時更新圖資。

### 參、研究方法

合成孔徑雷達 (Synthetic Aperture Radar, SAR) 為主動式遙測系統，具有不受日夜及天候影響的優點，已被廣泛應用於環境與災害監測。由於水體對雷達波會產生鏡像反射的特性，其背向散射係數較低，因此許多研究已嘗試利用 SAR 影像開發水體自動偵測技術 (Huang, W. et al, 2018)。然而，由於 SAR 影像因衛星拍攝角度問題，容易於山區產生陰影，即便在預處理過程中進行地形校正 (Markert, K. N., et al, 2020)，部份影像雜訊仍難以濾除，往往造成水體誤判。

<sup>1</sup>行政院農業委員會水土保持局技術研究發展小組，助理研究員  
Research and Technology Development Team, Soil & Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan. Assistant Researcher

<sup>2</sup>行政院農業委員會水土保持局技術研究發展小組，副總工程司  
Research and Technology Development Team, Soil & Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan. Deputy Chief Engineer

<sup>3</sup>行政院農業委員會水土保持局技術研究發展小組，工程員  
Research and Technology Development Team, Soil & Water Conservation Bureau, Council of Agriculture, Executive Yuan, Taiwan. Engineer

為明確掌握 SAR 影像於水體之反應，本研究以寶山第二水庫所在之西峨眉子集水區作為研究區域，並使用 GEE 平台預處理的 Sentinel-1 GRD 資料集，套疊 5 米解析度之數值地表模型移除地形效應，再透過提取影像資料中的 VH 波段進行 OTSU 演算法自動判釋水體。經過地形處理後的影像可濾除大部分因拍攝角度造成的陰影雜訊，達到較佳的判釋結果(圖 1)。然而，山脊線區域仍存在許多細小雜訊可能導致誤判。為提升水體判釋率，本研究對校正後的影像再進行高斯模糊處理(Gaussian Blur)，並以 Sentinel-2 光學影像和河川水系圖資，降低雜訊造成之影響。

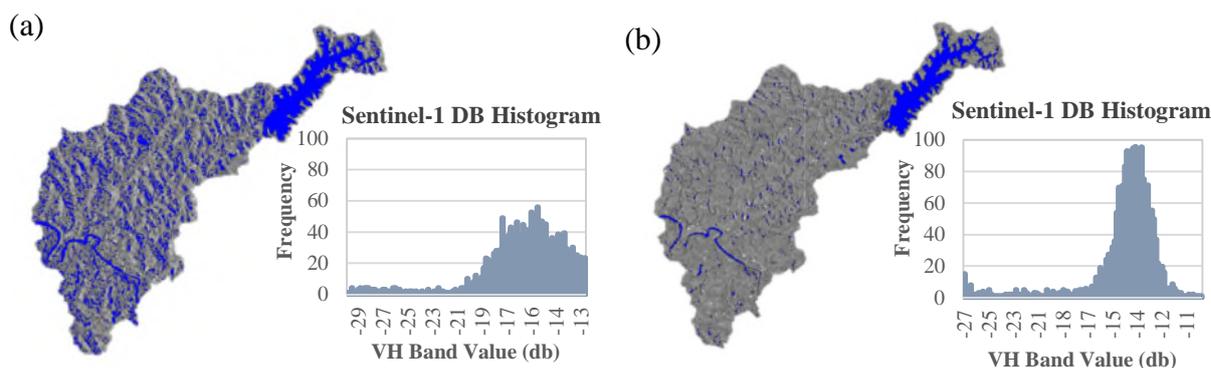


圖 1 西峨眉子集水區水體判釋成果與 VH 波段之機率分布圖。

(a)原始雷達影像 (b)經地形校正後之雷達影像

#### 肆、主要成果

本研究已將 SAR 影像處理過程於 GEE 平台編譯為自動化程序，可由每年近 100 幅的 Sentinel-1 影像進行水體判釋，並統計每個 10 公尺網格之水體分布狀況製作成地表水分布頻率圖(圖 2)。地表水分布頻率圖除可作為水情研判、生態環境評估及氣候變遷衝擊分析等基礎資料外，未來亦可配合土壤含水量分布和降雨量分布等資訊，進一步探討水資源分布情形，達到有效的水資源利用。

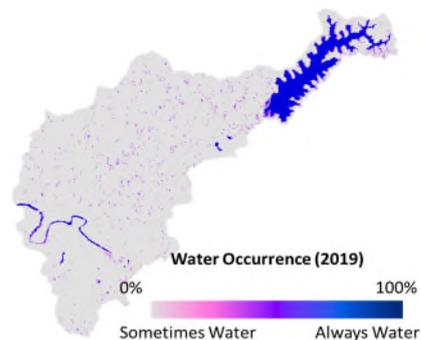


圖 2 西峨眉子集水區地表水分布頻率圖(2019 年)

#### 伍、參考文獻

- Huang, W., DeVries, B., Huang, C., Lang, M. W., Jones, J. W., Creed, I. F., & Carroll, M. L. (2018). Automated extraction of surface water extent from Sentinel-1 data. *Remote Sensing*, 10(5), 797.
- Markert, K. N., Markert, A. M., Mayer, T., Nauman, C., Haag, A., Poortinga, A., & Saah, D. (2020). Comparing sentinel-1 surface water mapping algorithms and radiometric terrain correction processing in southeast asia utilizing google earth engine. *Remote Sensing*, 12(15), 2469.
- Pekel, J. F., Cottam, A., Gorelick, N., & Belward, A. S. (2016). High-resolution mapping of global surface water and its long-term changes. *Nature*, 540(7633), 418-422.

**關鍵字：**SAR、Sentinel-1、Google Earth Engine、水體判釋、水資源