

以 GEE 雲端分析平台快速估算淹水範圍初探— 以 2018 年 0823 熱帶低氣壓水災為例

林恩如^{1,2)*} 陳振宇²⁾

¹⁾ 財團法人農業科技研究院。300-110 新竹市香山區大湖路 51 巷 1 號。

²⁾ 行政院農業委員會水土保持局技術研究發展小組，54044 南投縣南投市中興新村光華路 6 號。

*通訊作者。電子郵件：xupbjj@gmail.com。

摘要

颱風豪雨期間，如何快速評估淹水範圍，係防災應變、災後復建與救助金發放等工作的重要依據，因此許多單位已嘗試使用 UAV、航照及光學衛星等工具進行相關判釋。儘管 UAV 及航遙測等工具確實具有諸多優點，但前者拍攝範圍有限，後者易受雲霧等天氣影響，往往在緊急時刻未必能順利達成任務。為有效解決天候問題及快速大範圍取像與評估，本研究運用 Google earth engine(GEE)進行運算，以 GEE 資料庫中的 ready-to-use 的雷達影像 Sentinel-1 資料，針對 2018 年 0823 熱帶低壓造成台灣南部淹水災情進行淹水範圍偵測作業。結果顯示，以 2018/08/20 及 2018/08/26 之 Sentinel-1 資料為前後期影像進行比對，雲嘉南地區淹水面積約為 1,510ha，且淹水區域主要集中於部分近海鄉鎮。整體而言，GEE 平台具長時序資料庫、高效能運算力以及免費使用之特性，可提供快速、低成本方式進行初步評估分析，俾作為相關單位後續決策依據。

緒言

自 1957 年第一顆人造衛星-史普尼克 1 號發射以來，全球已累積了大量且多元的衛星觀測資料，但衛星資料量往往過於龐大且前處理技術門檻高，傳統單機版遙測軟體之運算量往往難以處理長時序之遙測資料量。近年來受益於雲端運算發展成熟、網格及向量資料庫建置技術提升，得以克服上述問題，如 Google 推出的 Google Earth Engine(GEE)即典型範例，該平台將資料格式、型態等進行標準化，使開放衛星資料以 ready-to-use 的方式儲存於線上平台中，使用者可於線上進行巨量資料的查詢、檢視、分析，並可將結果免費下載(Haifa T. et al, 2020)；而近年來在氣候變遷的趨勢下導致極端氣候事件數量上升，短時間強降雨的結果使旱澇現象加劇，為快速評估淹水範圍，以作為防災應變、災後復建與救助金發放等工作的重要依據，許多單位已嘗試使用 UAV、航照及光學衛星等工具進行相關判釋。儘管 UAV 及航遙測等工具確實具有諸多優點，但前者拍攝範圍有限，後者易受雲霧等天氣影響，往往在緊急時刻未必能順利達成任務。為能在氣候不佳狀況下進行大範圍的災害區域判釋、救災策略擬定以及後續補償等規劃，本研究以不易受天候情況影響之 Sentinel-1 雷達影像為判釋依據、選取近年來短時距強降雨之豪雨事件-823 熱帶氣旋為例，進行雲林、嘉義及台南地區的淹水面積判釋。

方法

GEE 是由 Google 建置的雲端 GIS 分析及遙測資訊視覺化平台，目前可免費(非營利用途)提供遙測資料、地形資料等，讓學術、商業以及政府單位等使用。該平台亦提供了許多 API 跟遙測資料處理工具讓使用者可彈性呼叫(如 Developer's Guides 與 Code Editor)，並建置客製化平台。其主要提供之遙測資料包括 Landsat 1-8 (1972 - present)、MODIS (2000 - present)、Sentinel 1/2/3/5 (2014 - present)截至 2018/9 止已有近 600 組 dataset，約莫 20 petabyte 的資料量(引用文獻 4)。

由於合成孔徑雷達(synthetic aperture radar, SAR)雷達衛星訊號較光學衛星不受水氣影響，故於天候不佳時進行取像作業仍可取得地表資訊。而雷達影像資料包含反射強度、相位差異以及極化特性等資訊，故各資訊之選擇與分析方法需視研究標的物之反射特性、地表粗糙度、介質特性、地形起伏等因素進行考量。本研究以 2018 年 823 熱帶低壓造成南台灣縣市淹水災情為例，使用歐盟開源衛星 Sentinel-1 雷達衛星影像，針對水災範圍進行偵測。依前人研究可知由於淹水水體具有鏡面特性，如以雷達衛星影像之 VV 極化資料可凸顯淹水與非淹水範圍間之訊號差異(邱俊穎 等人，2019)，故本研究將以 Sentinel-1 雷達衛星影像為判釋材料，並以 GEE 雲端分析平台提供之功能進行相關分析，研究流程如圖 1。

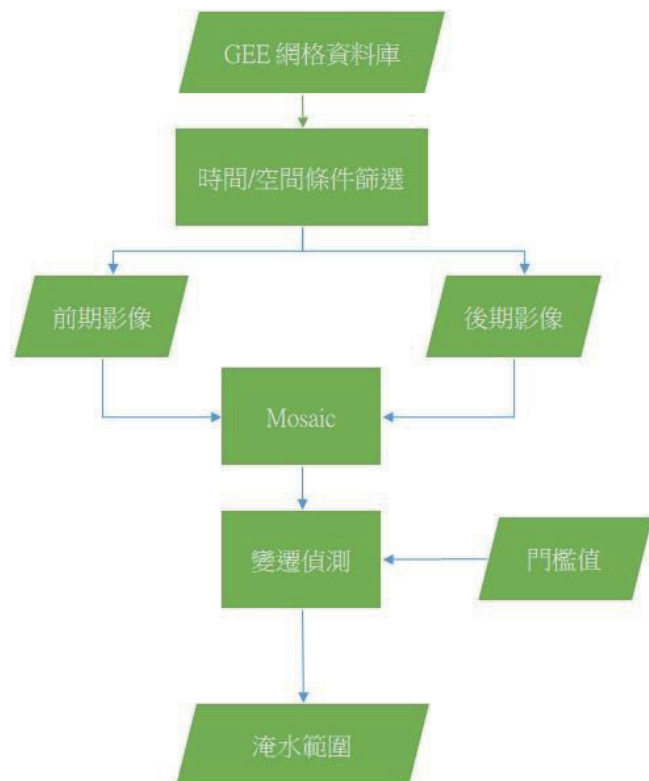


圖 1 以 GEE 結合 SAR 影像進行淹水偵測研究之流程

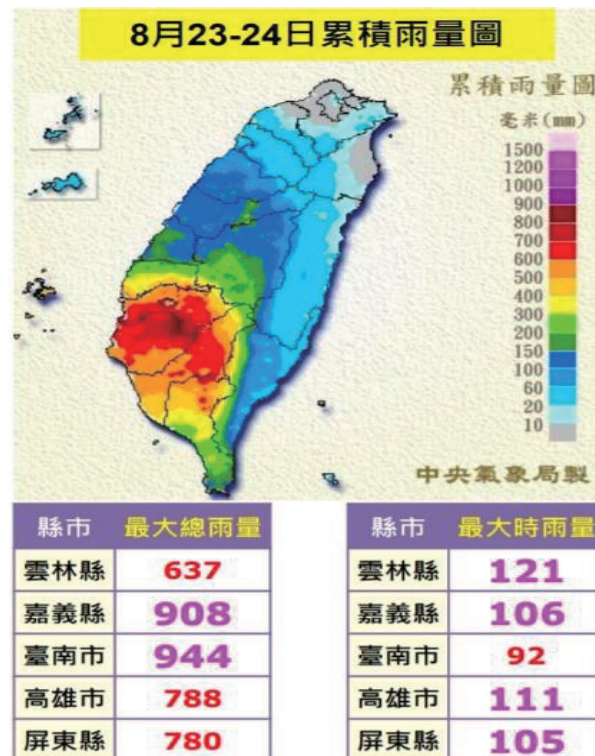


圖 2 823熱帶低壓降雨累積圖

(資料來源: 中央氣象局研析低氣壓強引發豪雨情形及氣象歷史資料)

2018 年的 0823 熱帶低壓主要降雨發生於 8 月 23-24 日間，自 GEE 雲端資料庫中搜尋雲嘉南地區 2018 年 ready-to-use 的 Sentinel-1 資料共計 87 張影像，其中事件前後時間基線最短的影像為 2018/08/20、2018/08/26，分別有 1、2 張影像，其中前者拍攝範圍集中於雲嘉南、後者拍攝範圍幾乎涵蓋全台，兩期影像交集範圍如圖 3。

儘管 GEE 中的 Sentinel-1 資料皆已於 Sentinel-1 Toolbox(引用文獻 5)進行前處理，但雷達衛星屬側視取像機制，地貌起伏在雷達視角方向本就會產生無可避免之雜訊。為以統一標準進行雜訊濾除之作業，本研究基於短時間基線(6 日)之前提，假設前後期影像取像之衛星軌道面與地表物體之相對夾角與地貌不變下，兩期影像間之紋理與強度理應相差不大，而淹水區域具鏡面反射特性，故強度值會遠低於非淹水區域，若以直方圖進行像元數值之統計可發現水體與非水體之影像數值分布具明顯差異性。基於上述原理，本研究利用 GEE 的 Code Editor 功能進行雷達影像雲端分析作業，以典型變遷偵測之作法，將前後期影像相減理應可凸顯地貌不變之區域及地形導致之雜訊的相近度，接著再前人研究中所建議之門檻值(邱俊穎 等人，2019)，大於該門檻值之區域即所判釋之主要淹水範圍(如圖 3)。

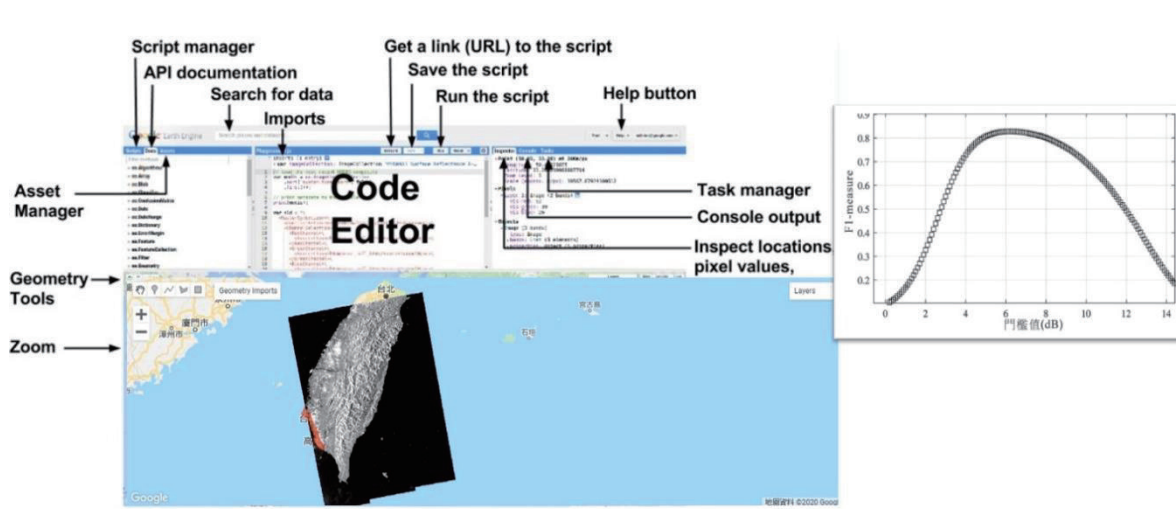


圖 3. Code Editor 功能頁面及前後期影像 Mosaic 後之影像範圍(左)；
水體變遷偵測門檻分析(右，取自邱俊穎 等人，2019)

結果與討論

分析結果顯示 2018 年 0823 熱帶低壓強降雨造成之淹水範圍集中在雲林縣、嘉義縣/市及台南市，於 2018/08/26 分別仍有 466.9ha、748.1ha 及 295.1ha 的淹水面積，分布範圍多位於西部沿岸區域(如圖 4)，其中布袋鎮、水林鄉、東石鄉、口湖鄉及朴子市為雲嘉南所有鄉鎮中淹水面積最多的前五個鄉鎮(如表 1)。如以台南市為例，淹水較多的鄉鎮為鹽水、北門以及七股，其中七股區沿岸區域部分無 Sentinel-1 影像，故實際淹水面積可能高於本研究分析結果。整體而言，本研究使用 GEE 分析之結果與前人研究大致相符(邱俊穎等人，2019)，淹水總面積相差約 0.3%，其淹水熱區分布亦相符。

由於雷達影像應用於區域淹水之判釋結果，仍有兩因素易導致範圍誤判，其一為淹水範圍位於都市區域時，人工建物容易引起之角反射現象，其二為含水量高之土壤反射特徵介於水體與乾燥土壤之間，而此類型地表亦容易誤判為淹水水體。欲解決上述問題，未來可針對面積門檻的篩選以及局部區域設定門檻值，以區分出含水土壤與水體之差異。此外，針對本研究現階段使用之判釋方法，若應用於水庫或堰塞湖等大面積蓄水區域進行水體判釋，並結合 DEM 資料，可進一步探討水面表面積與蓄水深度、體積間的關係式，未來即可減少人工方式量測或架設儀器之數量，以雷達影像為主要水體監測依據，並輔以少量監測數據進行校正與驗證，以達到大範圍、近即時之監測目的。

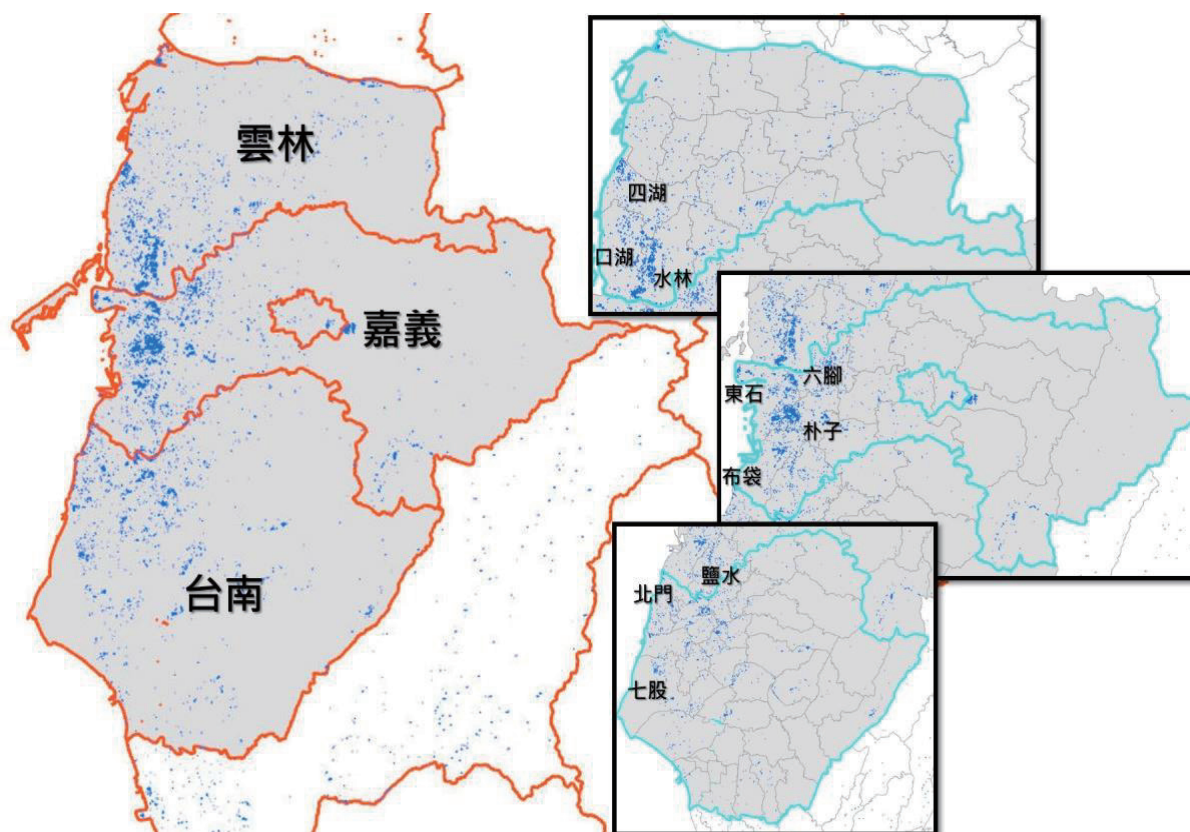


圖 4 淹水範圍分布圖，其中左圖橘色線條為縣市分界線，左圖深藍色色塊為淹水範圍，右圖亮藍色為縣市分界線，右圖淺灰色線條為鄉鎮分界線。

表 1 雲嘉南部分鄉鎮淹水面積

鄉鎮名稱	淹水面積(ha)	鄉鎮名稱	淹水面積(ha)
布袋鎮	222	朴子市	103
水林鄉	180	鹽水區	53
東石鄉	175	北門區	42
口湖鄉	142	七股區	28

GEE 平台中的資料庫目前已標準化許多開放資源衛星資料，其雲端分析之效能藉由本研究之經驗可推測一二，以雲嘉南地區共計 5,445 平方公里為例，雷達資料的搜尋、裁切、讀取、計算及成果展示，其運算時間約莫 10 秒內可完成，唯實體圖資之上傳/下載時需明顯的等待時間；整體來說，GEE 平台圖形化介面友善度與內建演算法之優化程度較傳統遙測處理軟體相比仍有落差，但其長時序資料量、高效運算力與自主發展的彈性，供各單位以快速、低成本方式評估多元遙測資料於評估災害熱點區域且分析成果可進一步供各單位進行決策之依據。

引用文獻

- 邱俊穎、謝嘉聲、黃宗仁、葉堃生、管立豪、胡植慶 (2019) 合成孔徑雷達影像於颱風豪雨後淹水之偵測。航測及遙測學刊 24(4)：211-222。
- 中央氣象局 (2018) 中央氣象局研析低氣壓強引發豪雨情形及氣象歷史資料，檢自 [https://www.cwb.gov.tw/V8/C/_\(2018.8.30\)](https://www.cwb.gov.tw/V8/C/_(2018.8.30))
- Google Earth Engine - Guides, 檢自 <https://developers.google.com/earth-engine> (2020.8.20)
- GEE 應用分享, 檢自 [https://tech.swcb.gov.tw/Results/GEE\(2020.8.20\)](https://tech.swcb.gov.tw/Results/GEE(2020.8.20))
- The Sentinel-1 Toolbox, 檢自 <https://sentinel.esa.int/web/sentinel/toolboxes/sentinel-1> (2020.8.20)
- Haifa, T., Bahram, S., Masoud, M., Lindi, Q., Sarina, A., and Brian, B. (2020) Google Earth Engine for geo-big data applications: A meta-analysis and systematic review, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 164 : 152-170.