

# 向日葵8號衛星觀測監測乾旱測試

周鑑本 翁敏娟 張育承 章鶴群 葉子葵  
氣象衛星中心  
中央氣象局

## 摘要

本文以向日葵8號地球同步衛星上載的 AHI(Advanced Himawari imager)儀器觀測資料反演NDVI(Normalized Difference Vegetation Index)與GCI(Green Chlorophyll Index)等植生指數，這些植生指數可反映植被的生長情形及植物的葉綠素含量，蒐集建立自2016年至2021年共6年間反演臺灣陸地的NDVI與GCI資料集，並以此資料集計算VCI(Vegetation Condition Index)與距平等可用於監測乾旱的乾旱指數，進行臺灣地區的乾旱監測，分析的結果顯示，由向日葵8號衛星推導的乾旱指數，可用於月時間尺度(30日平均)的乾旱監測，同時實驗結果顯示GCI用於監測臺灣地區乾旱的潛力。

關鍵字：GCI、乾旱

## 一、前言

在全球氣候變遷下乾旱嚴重的程度與發生頻率升高(García-León et al., 2019; Lehner et al., 2017)。雖然台灣年平均降雨量約2500毫米，然而時空的分布並不均勻、年際間變化與陡峭的地形不易留住雨水等因素，造成在臺灣時有乾旱發生的情形。乾旱時期適度採取農田轉作或休耕調配水資源，或將農業用水轉用於民生或工業用途以為因應(謝等，2010)，因此如何監測乾旱的嚴重程度與發生地區以做為分配水資源決策的參考是一個重要議題。利用氣象測站的天氣觀測資料進行乾旱的監測，優點在於資料觀測的歷史較長(相對於衛星觀測)，但其缺點在於不易掌握乾旱全面空間分布的情形，為了解乾旱在空間上的分布，發展出許多以衛星遙測為基礎的乾旱指數(Peter et al., 2002; Kogan.,1995; Kogan.,1997)。向日葵8號地球同步衛星上載的AHI儀器具有16個頻道，其中3個可見光與3個近紅外光頻道，可用於計算NDVI與GCI等植生指數，而累積6年觀測資料反演的植生指數可計算出乾旱指數，本文使用上述的資料進行臺灣現今的乾旱分析。

## 二、資料與方法

本文以Clavr-X軟體雲遮參數 (Heidinger, 2012)篩選的晴空觀測點計算植生指數，觀測頻道經過大氣訂正，並進一步限制選取每日臺灣時中午12時的資料，以降低太陽入射角變化造成計算結果的變動，資料來源為中央氣象局氣象衛星中心2016年至2021年儲存向日葵8號地球同步衛星資料。以下介紹

文中用於監測乾旱所需的NDVI、GCI、VCI與距平計算公式。

NDVI計算公式：

$$NDVI=(R0.86-R0.64)/(R0.86+R0.64) \quad (1)$$

其中R0.86為AHI第4頻道，R0.64為AHI第3頻道，分別為近紅外光與紅光反射率。

GCI計算公式：

$$GCI=(R0.86/ R0.51)-1 \quad (2)$$

其中R0.86為AHI第4頻道，R0.51為AHI第2頻道，分別為近紅外光與綠光反射率。

VCI計算公式：

$$VCI=(NDVI_{mean}-NDVI_{min})/(NDVI_{max}-NDVI_{min}) \quad (3)$$

其中 $NDVI_{mean}$ 為某年某一時段的NDVI平均值， $NDVI_{max}$ 與 $NDVI_{min}$ 為同一時段在歷史資料中NDVI的最大最小值。

距平計算公式：

$$距平=[(GCI_{mean} - GCI_{AVE})/ GCI_{AVE}]*100\% \quad (4)$$

其中 $GCI_{mean}$ 為某年某一時段的GCI平均值， $GCI_{AVE}$ 與 $GCI_{AVE}$ 為同一時段在歷史資料中GCI的平均值。

## 三、結果

首先我們以向日葵8號衛星反演的NDVI、GCI、VCI及GCI距平等指標或參數，監測今年(2021)乾旱事件為例，測試上述向日葵8號衛星反演的指標與參數對臺灣乾旱監測的能力。圖1為2016至2021年4月份的NDVI、GCI、VCI、以公式(3)將NDVI置換為GCI所得的VCI值及GCI的距平。圖1(a)由左至右為2016到2021年每年4月份NDVI平均值，由圖中顯示2021年NDVI平均值較其餘年分值为低(綠色較淡)，各年的年際變化也可觀察到但不是十分得明顯，這是因為NDVI的值在葉綠素值較高時時訊號飽和所致(總

葉綠素含量達到 $200 \mu \text{mol/m}^2$ 以上後，NDVI值約在維持在0.8，不在隨葉綠素含量增加而增加)，相對於NDVI而言GCI的值與葉綠素含量呈線性正比關係，GCI的值隨葉綠素含量增加而增大，較易反應植物葉綠素含量大範圍的變化，不會有資訊飽和的問題(Giteison et al, 2002)，圖1(b)由左至右GCI的年際變化可以較容易得觀察到，2021年的值也較其他年份偏低，反映出2021的旱象。VCI使用NDVI計算植物生長情形的指標，範圍為0到1之間，值愈高代表植物生長的情形較佳，值愈低代表植物生長的情形不好，亦即有乾旱的情形發生，圖1(c)左至右為2016至2021年的VCI，由2021年的VCI分布圖反映出臺灣中南部的旱情，而北部較為緩和的現象，尤其是中部的山區VCI指標值也偏低，足見今年的乾旱情形嚴重。由於臺灣多為常綠植物生長，而NDVI在葉綠素值較高時會有訊號飽和現象，因此本文試圖以GCI置換公式(3)中的NDVI變數計算VCI值，並將結果展示於圖1(d)中，與圖1(c)比較以GCI做出的VCI較原始VCI空間與時間上值得變換較大，也許這反映出GCI對葉綠素含量大範圍值變化的敏感性。最後展示GCI的距平於圖1(e)，計方法如公式(4)，由圖可以發現距平亦可監測到今年的乾旱。NDVI是行之有年的植被指數，其本身與衍生的相關參數被廣泛應用，本文以NDVI為基礎建立乾旱監測的測試，並納入與葉綠素含量呈線性關係的GCI指數進行比較實驗，由上定性觀察可預期其在監測植物生長與早期的潛力

接下來選擇臺灣中部山區某點(經度120.89;緯度23.68) 9乘9觀測像元範圍平均的月平均GCI時序分析，選擇山區是因為要避免植被的變化是受人為因素的干擾。圖2中曲線為該區月平均GCI隨月份的變化，紅色代表2016年、橙色代表2017年、桃色代表2018年、綠色代表2019年、藍色代表2020年及黑色代表2021年。由圖中可以看出每年的時序變化各異，也並沒有顯示出夏季的GCI值一定高於冬季，可能是因臺灣地理位置並非位於高緯地，區植物生長受季節(陽光)影響較小，降雨也許才是影響植物生長較大的因素。由圖中黑色曲線可以看出，2021年1到4月份GCI值持續隨時間下降的趨勢，且3與4月份開始其值明顯低於其他各歷史年分，另外選擇臺灣南部山區某點(經度120.80;緯度22.99)的時間序列圖展示於圖3中，也可發現類似的下降的趨勢，兩張圖顯示今年(2021)臺灣中南部的旱象，圖4為北部山區某點(經度121.30;緯度24.51)的時間序列圖，反映出北部旱情較為緩和，因此GCI時間序列圖用於監測乾旱也可是一個參考。

#### 四、結論

向日葵8號衛星資料較之前身MTAT-2(Multifunctional Transport Satellites-2)具有更多的頻道，可用於反演與植被相關的指數，本次實驗以2016至2021年的向日葵8號的衛星資料，製作NDVI、GCI及VCI及距平等植生指數，並用於監測乾旱的實驗，結果顯示以月尺度(30天)的資料監測乾旱是可行的，今年的乾旱事件在此次實驗中被明顯監測到。GCI指數與植物葉綠素含量成線性正比關係，可以監測植物葉中初生到成熟各個階段的的健康狀態(葉綠素含量)，NDVI易在植物茂密處資訊飽和的現象，GCI可能對常綠植被區乾旱現象或有更好的敏感度，本次實驗亦顯示GCI資料的特性似乎適用於監測臺灣的乾旱情形，此次我們用其來計算VCI，將來計畫可用於計算其他的乾旱指數。

#### 參考文獻

- 謝漢欽、王慈憶、陳朝圳. (2021), 應用 MODIS衛星影像快速偵測大尺度綠色造林地水分含量, 林業研究專訊, **Vol.17**, No6, 2021.
- García-León, D., Contreras, S., Hunink, J., 2019, Comparison of meteorological and satellite-based drought indices as yield predictor of Spanish cereals. *Agriculture Water. Management.* **213**, 388-396.
- Giteison, A.A., Y. Gritz, and M.N. Merzlvak (2002), Relationships between leaf chlorophyll content and spectral reflectance and algorithms for non-destructive chlorophyll assessment in higher plant leaves, *J.plant phyiol.***160**,271-282.
- Heidinger, A.K., A. T. Evan, M. J. Foster, and A. Walther: 2012. A naïve Bayesian cloud detection scheme derived from CALIPSO and applied within PATMOS-x. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*,51,1129-1143
- Kogan, F. N.. 1995. Application of vegetation index and brightness temperature for drought detection. *Adv. Space Res* **15**, 91-100.
- Kogan, F. N.. 1997, Global drought watch from space *Bull. Am Meteorol. Soc.* **78(4)**,621-636.
- Lehner, F., Coats, S., Stocker, T.F., Pendergrass, A.G., Sanderson, B.M., Raible, C.C., Smerdon, J. E., 2017. Projected drought risk in 1.5°C and 2°C warmer climates. *Geophys. Res. Lett.* **44(14)**,7419-7428.
- Peters, A. J., E. A. Walter-Shea, J. Lei, A. Vina, M. Hayers and M. R. Svoboda (2002), Drought monitoring with NDVI-based standardized

圖表

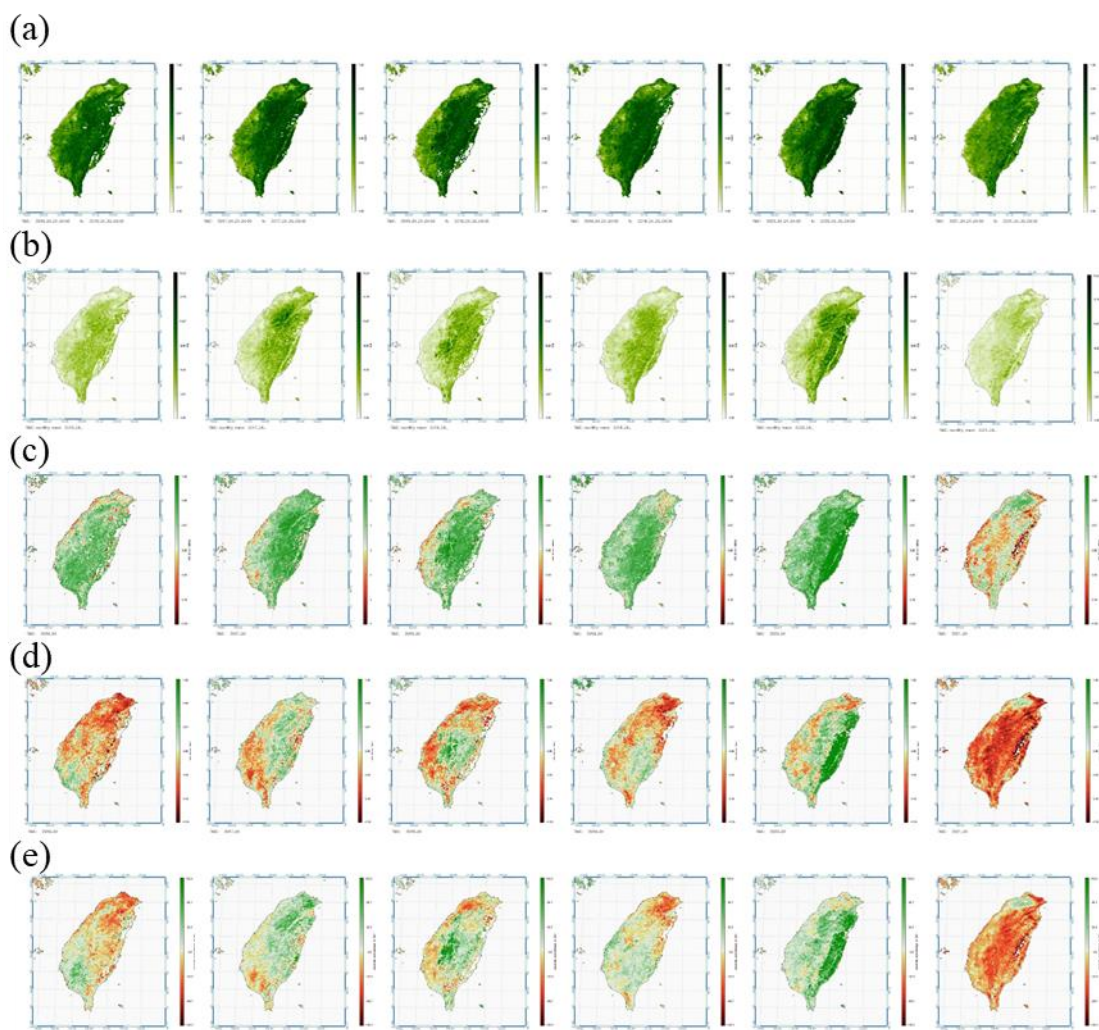


圖1. 2016年至2021年(左至右)4月(a)NDVI、(b)GCI、(c)VCI、(d)VCI公式(3)中的變數換為GCI、及(e)距平之平均值。(a)至(e)色階值的範圍分別為(0至1)、(0至18)、(0至1)、(0至1)及(-100至100)。

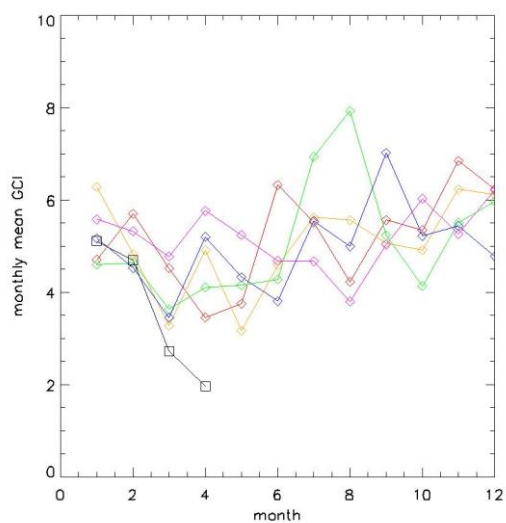
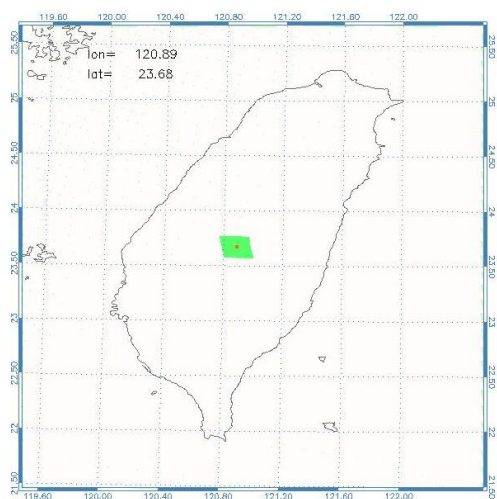


圖 2. 左圖為資料選取的位置。右圖為 2016 至 2021 年 GCI 於選取位置的月平均值的時間序列圖，紅色為 2016 年、橙色為 2017 年、桃色為 2018 年、綠色為 2019 年、藍色為 2020 年、黑色為 2021 年 1 月到 4 月 GCI 月平均值。

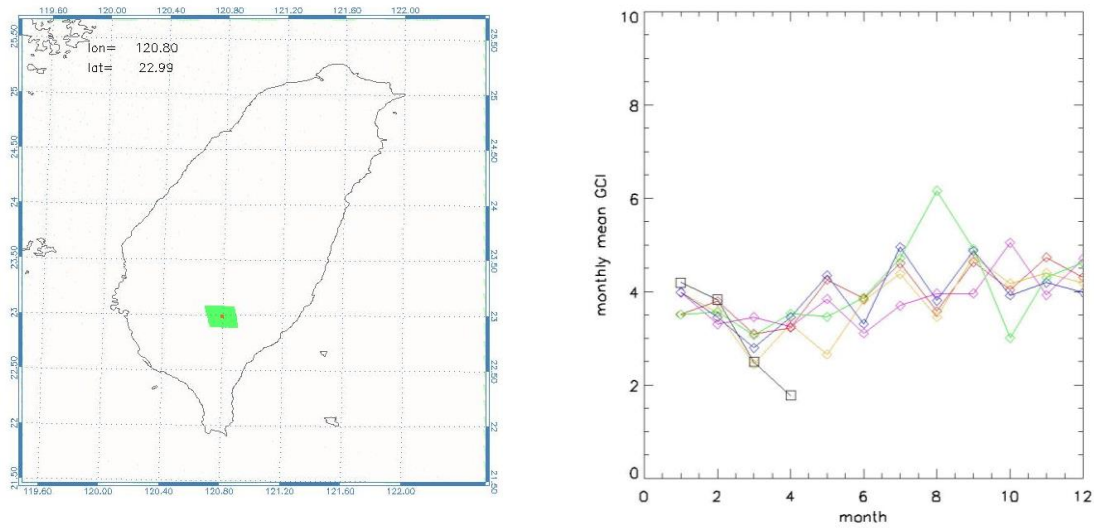


圖 3. 左圖為資料選取的位置。右圖為 2016 至 2021 年 GCI 於選取位置的月平均值的時間序列圖，紅色為 2016 年、橙色為 2017 年、桃色為 2018 年、綠色為 2019 年、藍色為 2020 年、黑色為 2021 年 1 月到 4 月 GCI 月平均值。

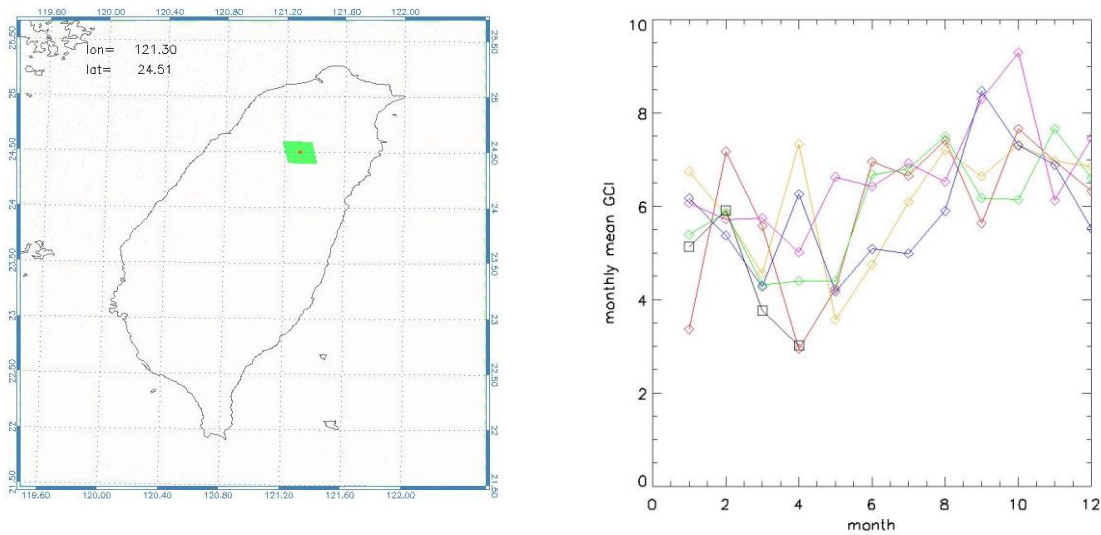


圖 4. 左圖為資料選取的位置。右圖為 2016 至 2021 年 GCI 於選取位置的月平均值的時間序列圖，紅色為 2016 年、橙色為 2017 年、桃色為 2018 年、綠色為 2019 年、藍色為 2020 年、黑色為 2021 年 1 月到 4 月 GCI 月平均值。