



氣候變遷農業衝擊圖

資料生產履歷



2022 年 7 月 25 日

臺灣氣候變遷推估資訊與調適知識平台

Taiwan Climate Change Projection Information and Adaptation Knowledge Platform

氣候變遷農業衝擊圖生產履歷

1. 資料紀錄

2020.11

2. 資料產製目的

應用全球氣候模式預測的未來氣候情境，對農業生產潛力進行評估在許多國家已有多年的結果，未來由於全球暖化，高緯度國家可耕地面積有很大的擴張潛力外，穀類生產的潛力也隨之增加，估計總產量將可增加 6%到 9%；相反地，低緯度地區國家的穀類生產力將下降，而全球的穀物輸入國家多位於低緯地區，穀物產量易受全球氣候暖化影響再降低(Fischer *et al.*, 2002)，預期未來將需進口更多穀物，以滿足其人民的需求。因此在未來氣候的改變之下，不同氣候情境的產量變化與產區的適應性相關資訊相當重要。

危害圖聚焦於不同氣象指標之變化，如日雨量、日最高溫度及日最低溫度變化等，而衝擊圖則聚焦於在氣候變遷下作物生產的改變。期望以氣候變遷農業衝擊圖，探討臺灣在未來氣候情境下對作物生產潛力的影響，並評估劃分作物生產的高風險區域。

以下說明氣候變遷農業衝擊圖之使用資料與產製流程。

3. 資料來源

■ 氣候模式資料

農業領域氣候變遷衝擊指標推估，使用 TCCIP 計畫所產製的 AR5 統計降尺度降雨、溫度日資料 (詳參閱"AR5 統計降尺度推估模式網格日資料生產履歷")，參考歷史基期時段為 1976-2005 年，推估時段為世紀中 2036~2065 年及世紀末 2071~2100 年。空間分布以全臺網格呈現(不包含離島)。

在 TCCIP 計畫產製且經過偏差修正(bias correction, BC)的第 3 版的 33 個 GCM 模式中以空間氣候平均和濾除雜訊降雨循環作為選擇指標，首先選擇兩指標表現前 5 名的模式(附表 1)，並由不同機構生產的 GCM 模式增加模式間的變異性(Tung *et al.*, 2020)，因此分別挑選歐洲 IPSL、CNRM-CERFACS、MPI-M 所生產的 IPSL-CM5B-LR、CNRM-CM5、MPI-ESM-LR 三個模式。

日輻射量資料以姚銘輝等(2002)、林以淳等(2016)的研究為基礎，利用日最高溫與日最低溫推估日輻射量。

其推估算式如下：

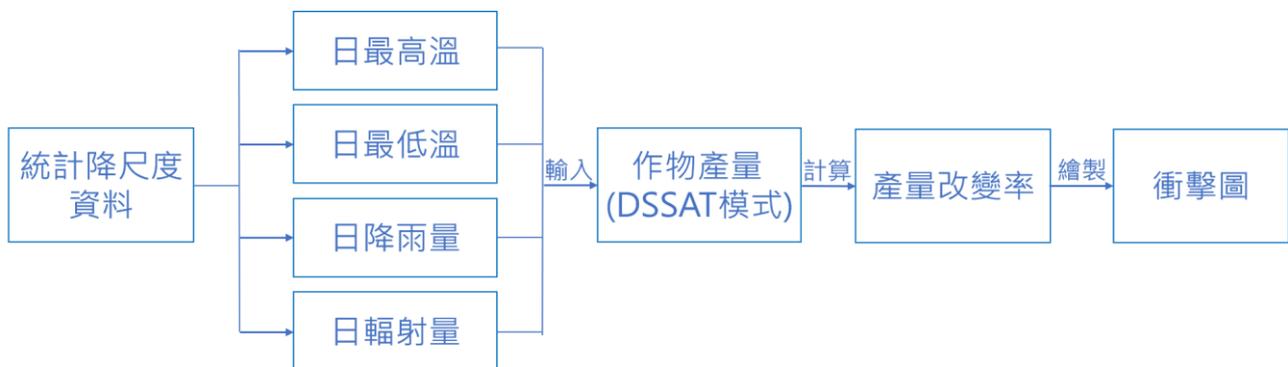
$$\frac{R_{sp}}{R_a} = a(T_{max} - T_{min})^b$$

R_a 為大氣層外日輻射量(MJ/m²)、 R_{sp} 為近地表之全天空日輻射量(MJ/m²)、 T_{max} 與 T_{min} 為日最高溫與日最低溫(°C)、 a 與 b 則為迴歸係數。

首先，以各測站的觀測資料為基礎，分別建立 1 至 12 月各月份的迴歸式，推估每測站每月的迴歸係數 a 、 b 。欲使未來情境的日輻射量推估以網格的形式呈現，因此將迴歸係數以距離平方反比法內插至全臺 5 公里解析度的網格上。最後，將每個網格的 R_a 、迴歸係數 a 、 b 以及日最高溫、日最低溫代入，即可求得每個網格的近地表日輻射量(R_{sp})。

4. 產製流程

■ 氣候變遷農業衝擊圖



產製細部流程如下：

步驟一、

將包含日最低溫、日最高溫、日降雨量以及日射量的全年度氣象資料輸入 DSSAT 模式進行計算(附表 2)，可得到水稻基期與未來推估之產量成果。

步驟二、

以每期程 30 年之產量平均並依照以下算式，計算基期至未來水稻產量的改變率，從中得知水稻產量的改變程度，可得到全臺在各氣候模式之指標成果(變化率%)(陳等，2014)。

氣候變遷衝擊指標說明如下表 1 所示。

表 1 氣候變遷衝擊指標說明。

指標項目	說明	計算方式
------	----	------

產量改變率	評估全臺在未來情境下指標數值變化狀況，以提供相關使用者與實務工作者參考	未來推估平均產量-基期平均產量/ 基期平均產量
-------	-------------------------------------	----------------------------

步驟三、

將計算結果進行彙整使用 ArcGIS 將結果面化，即可得到成品”氣候變遷農業衝擊圖”。

5. 參考文獻

- Fischer, G., M. Shah, and H. van Velthuis. 2002. Climate Change and Agricultural Vulnerability. International Institute for Applied Systems Analysis. pp. 160.
- Tung, Y. S., S.Y. Wang, J. L. Chu, C. H. Wu, Y. M. Chen, C. T. Cheng, and L. Y. Lin. Projected increase of the East Asian summer monsoon (Meiyu) in Taiwan by climate models with variable performance. *Meteorol Appl.*, **27**, 1-13. DOI: 10.1002/met.1886.
- 姚銘輝、盧虎生、朱鈞、蔡金川。2000。DSSAT 模式在預測水稻產量及氣候變遷衝擊評估之適用性探討。中華農業研究。49：16-28。
- 姚銘輝、陳述、漆匡時、蔡金川。2002。溫度估算日輻射量之可行性評估。中華農業研究。51(4)：73-83。
- 陳俊仁、姚銘輝、陳宣蘋、廖芳瑾。2014。糧食生產評估系統之建置。台灣農業研究。63(1)：84-90。
- 林以淳、蘇元風、朱容練、劉俊志。2016。氣候變遷情境下日輻射量資料之衍生。農業工程學報。62(1)：29-40。

6. 發表文章

待發表

附件一、33 個 GCM 模式以空間氣候平均和濾除雜訊降雨循環兩項 指標排名結果

(每欄數字表示該指標表現結果，數字越小，指標表現越良好)

產製單位	模式名稱	空間氣候平均(c1)	濾除雜訊降雨循環(c2.2)	挑選結果
CSIRO-BOM	ACCESS1-0	30	14	
	ACCESS1-3	28	31	
BCC	bcc-csm1-1	15	23	
	bcc-csm1-1m	16	10	
BNU	BNU-ESM	29	9	
CCCMA	CanESM2	27	1	
NCAR	CCSM4	10	19	
NCAR	CESM1-BGC	11	28	
	CESM1-CAM5	18	20	
CMCC	CMCC-CESM	34	27	
	CMCC-CM	3	3	
	CMCC-CMS	12	5	
CNRM-CERFACS	CNRM-CM5	4	16	✓
CSIRO-QCCCE	CSIRO-Mk3-6-0	21	24	
ICHEC	EC-EARTH	2	30	
LASG-CESS	FGOALS-g2	13	34	
NOAA-GFDL	GFDL-CM3	14	25	
	GFDL-ESM2G	25	12	
	GFDL-ESM2M	22	21	
MOHC	HadGEM2_ES	32	7	
	HadGEM2-AO	33	11	
	HadGEM2-CC	31	13	
INM	inmcm4	6	29	
IPSL	IPSL-CM5A-LR	7	17	
	IPSL-CM5A-MR	9	18	
	IPSL-CM5B-LR	1	15	✓
MIROC	MIROC5	17	4	
	MIROC-ESM	26	32	
	MIROC-ESM-CHEM	24	33	

MPI-M	MPI-ESM-LR	20	2	✓
	MPI-ESM-MR	19	6	
MRI	MRI-CGCM3	5	26	
	MRI-ESM1	8	22	
NCC	NorESM1-M	23	8	

附表 2 DSSAT 模式水稻遺傳參數設定值。

VAR-NAME	P1	P ₂ R	P5	P20	G1	G2	G3	G4
Tainung 67	520	100	450	11.7	75	0.024	1.00	1.00

- (a.) P1 : Juvenile phase coefficient
- (b.) P₂R : photoperiodism coefficient
- (c.) P5 : Grain filling duration coefficient
- (d.) P20 : Critical photoperiod or the longest day length
- (e.) G1 : spikelet number coefficient
- (f.) G2 : Single grain weight
- (g.) G3 : Tillering coefficient
- (h.) G4 : Temperature tolerance coefficient

資料來源：姚等，2000。

■ 作物模式資料

利用以 CERES 作物模式系列所發展出來的 DSSAT 模式，並使用姚等(2000)以 DSSAT 3.0 版所建立台農 67 號水稻品種遺傳參數設定。模擬參數設定為不考慮肥料、水分逆境、病蟲害以及前期作的影響。水稻栽培方式依照目前慣行方式進行，行株距 15cm × 30 cm，種植密度為 22 株/平方公尺。土壤特性是依據農業試驗所農場之土壤調查資料，選取坩質黏土為水稻田土壤質地。CO₂ 濃度設定為 400 ppm，亦即不考慮 CO₂ 的影響。