

氣候變遷資料應用於農糧領域的技術發展與研究 -以水稻為例

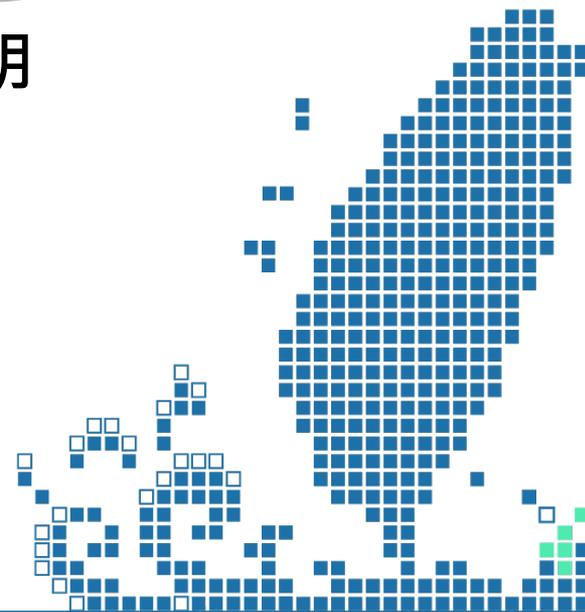
農業試驗所 姚銘輝 陳宣蘋 鍾昀軒 連柏雁 洪鴻
國家防救災中心 徐永衡、劉俊志、陳永明



行政法人國家災害防救科技中心
National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

2017/01/18

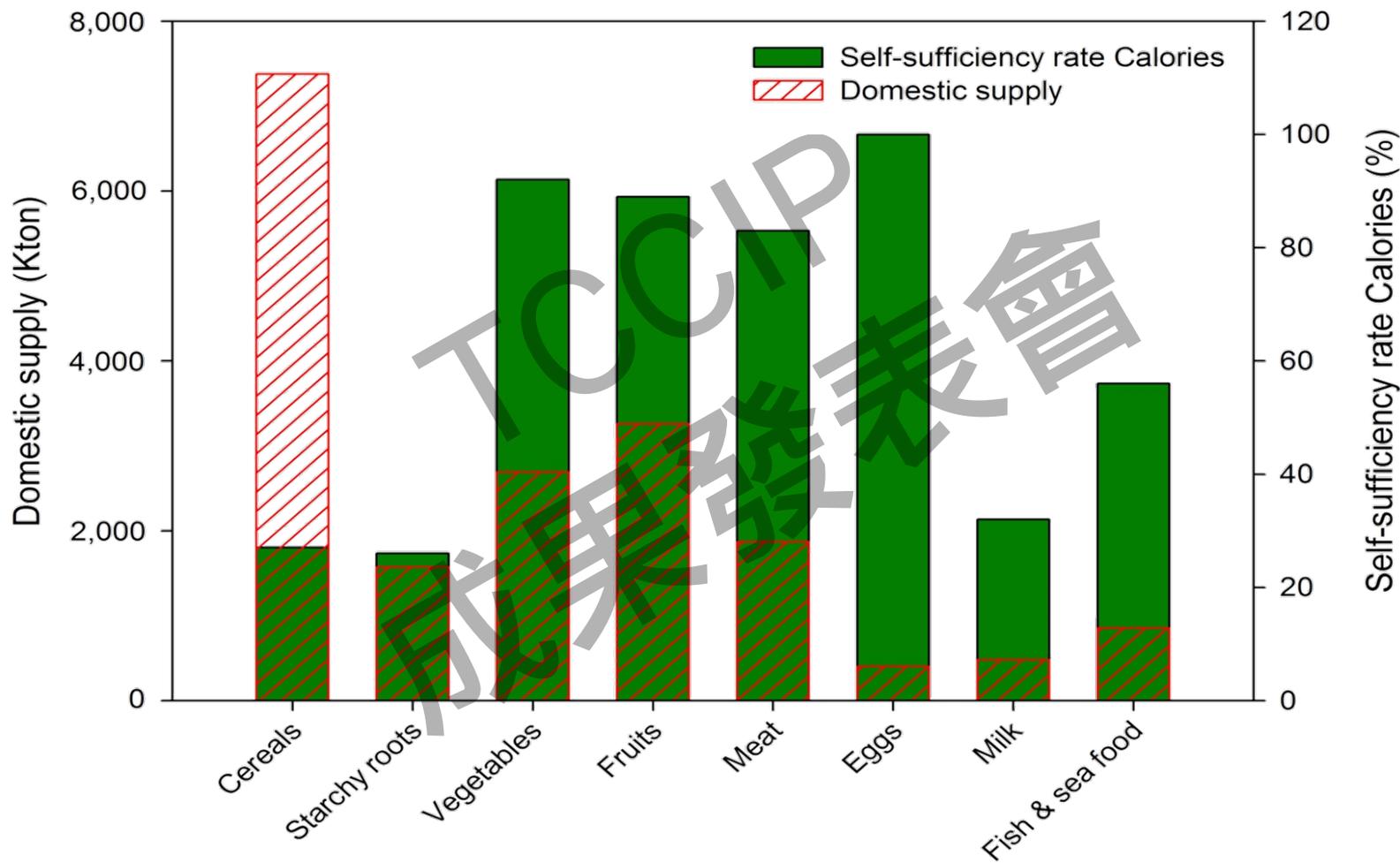
tccip.ncdr.nat.gov.tw



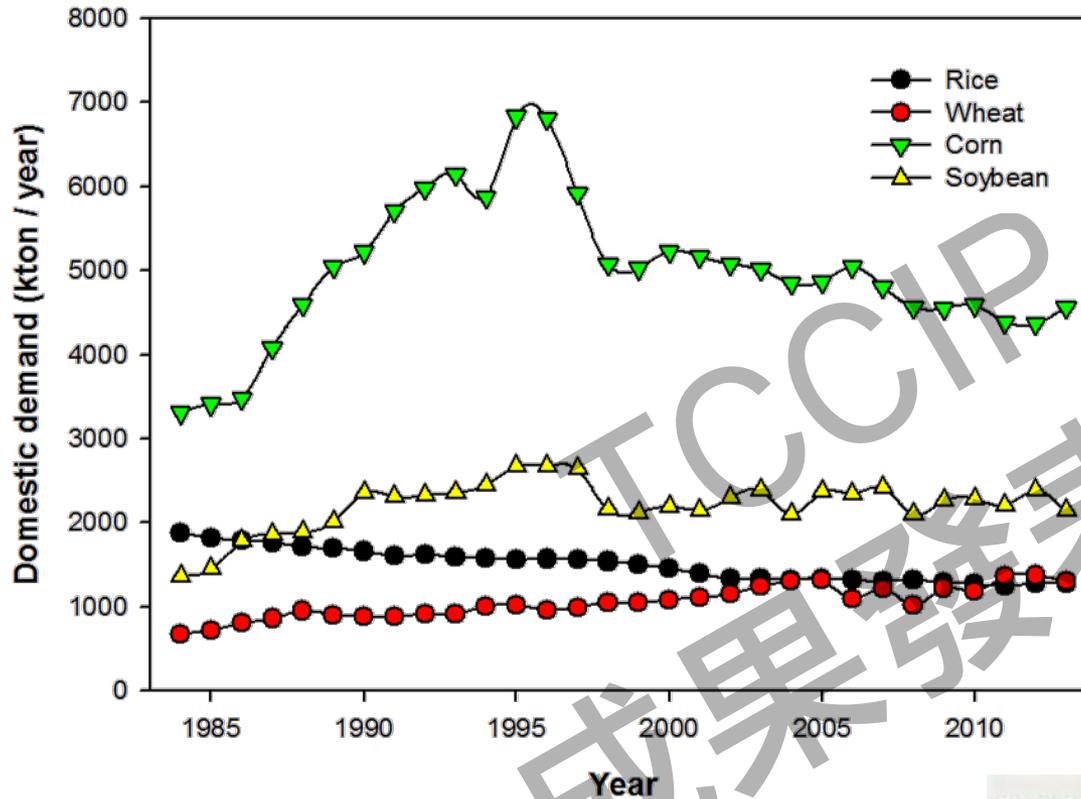
計畫目標

- ➔ 運用TCCIP團隊所產製未來氣候資料以評估氣候變遷下國內農業生產調適能力，同時也提出農業部門評估糧食安全對於氣候資訊的需求，包括對統計及動力模式，以期未來氣候資料能廣泛運用於農業研究。

糧食自給率



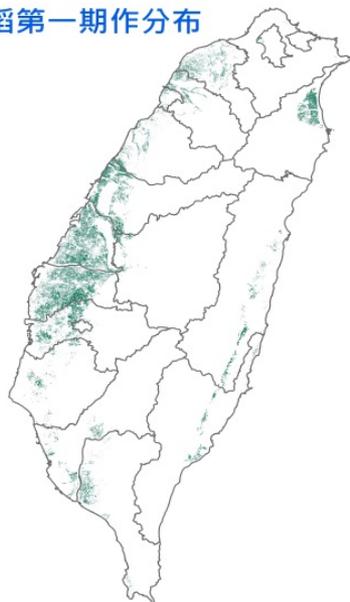
糧食作物需求量



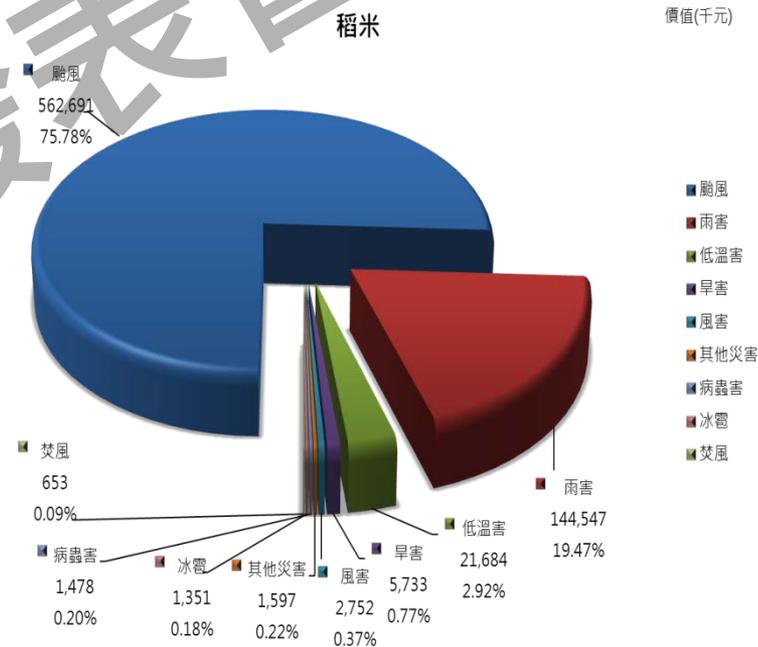
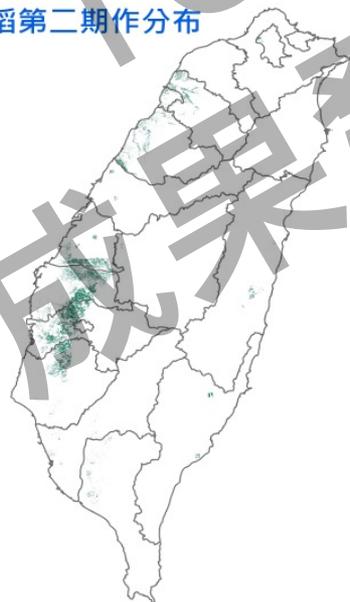
台灣水稻生產現況

月份	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
易發生災害	寒害 旱害	寒害 旱害	病蟲害 水害 冰雹		病蟲害 高溫 水害	颱風 水害		颱風 水害 高溫		病蟲害 颱風 艾風	水害 豪雨	水害
生育時期	苗期		最高分蘗期	孕穗期與 開花期	穀粒 充實期	成熟 期	苗期	最高分蘗 期	孕穗期與 開花期	穀粒 充實期	成熟 期	
生長示意圖												

水稻第一期作分布



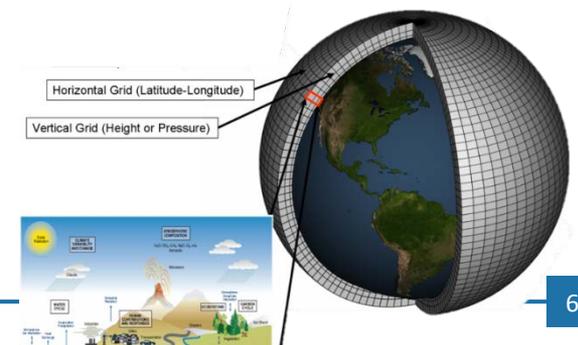
水稻第二期作分布



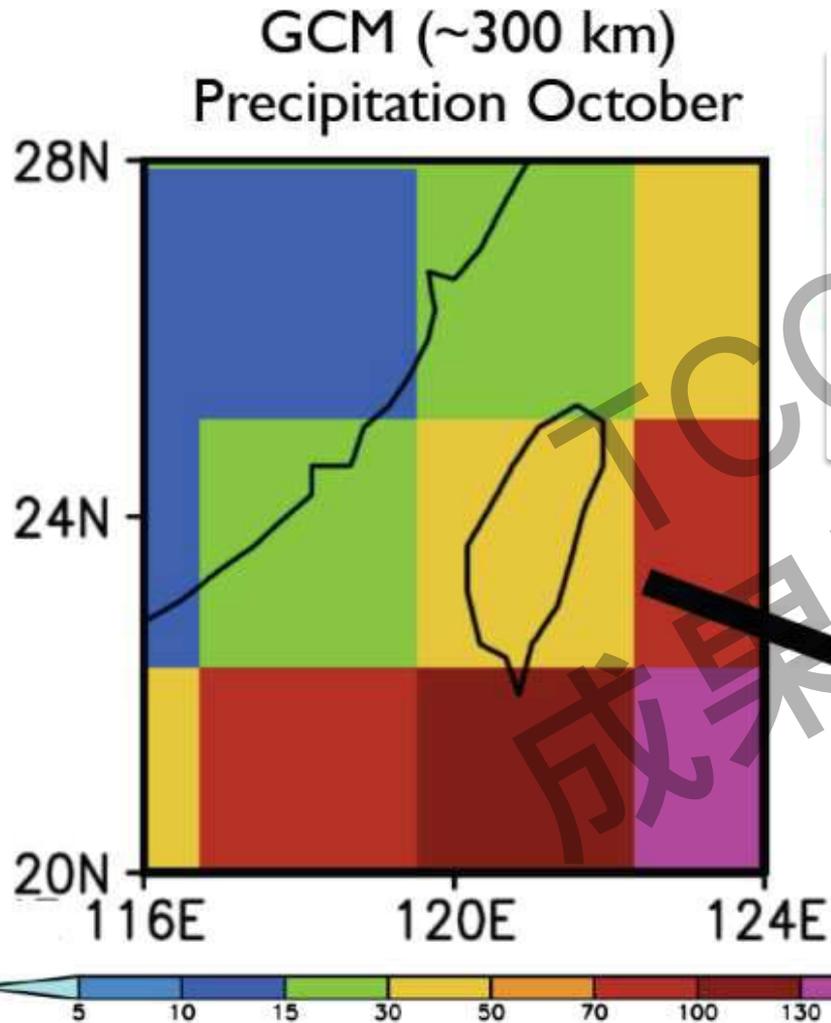
全球環流模式

(General Circulation Models, GCMs)

- ➔ 政府間氣候變遷小組 (Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC) 第五版評估報告 (Fifth Assessment Report; AR5) 的 GCM 空間解析度已提升至 80 - 300 公里左右。
- ➔ GCM 是用於模擬氣候的工具，假設地球為一顆表面有立體網格的球體，以網格為單位，使用電腦運算 GCM 得到未來氣候的模擬結果。

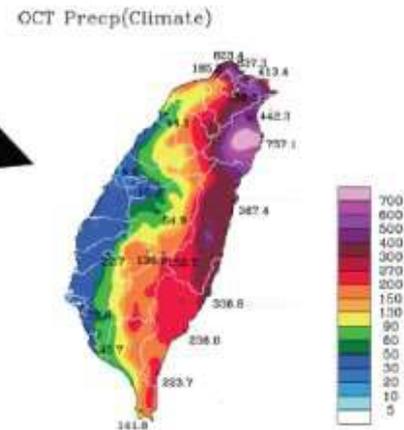


降尺度需求



- GCM空間解析度不夠細緻，無法解析台灣各縣市尺度之氣候變遷狀況。
- 需輔以降尺度技術，將GCM氣候變遷訊息導入台灣各縣市以進行氣候變遷研究。

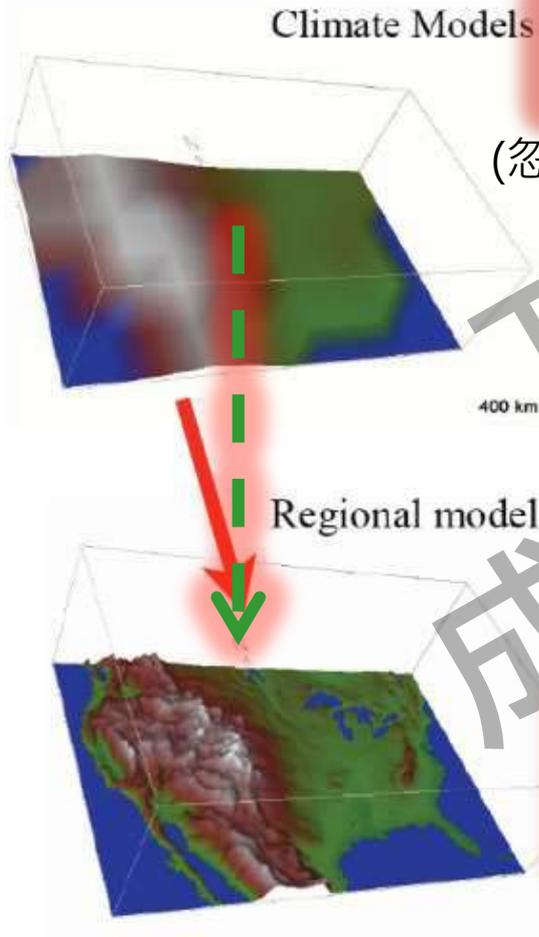
Observation (~5km)



(來源：TCCIP 團隊)

動力及統計降尺度

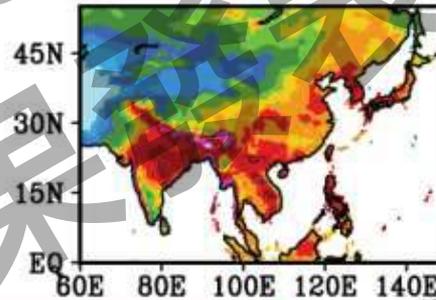
動力降尺度



GCM模式
解析度過低
(80~300km)

(忽略小區域地形效應)

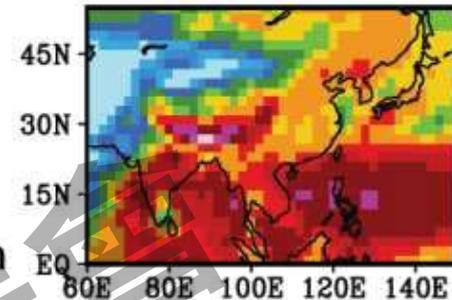
High Resolution
Observation



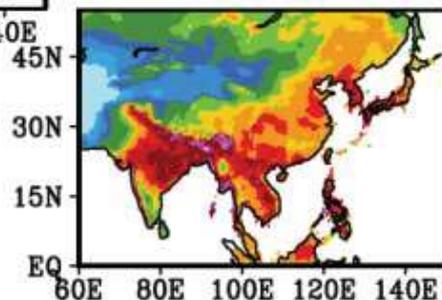
提高解析度
(5~15km)

統計降尺度

Climate Model



Downscaled



(來源：TCCIP 團隊)

農業領域氣象項目需求

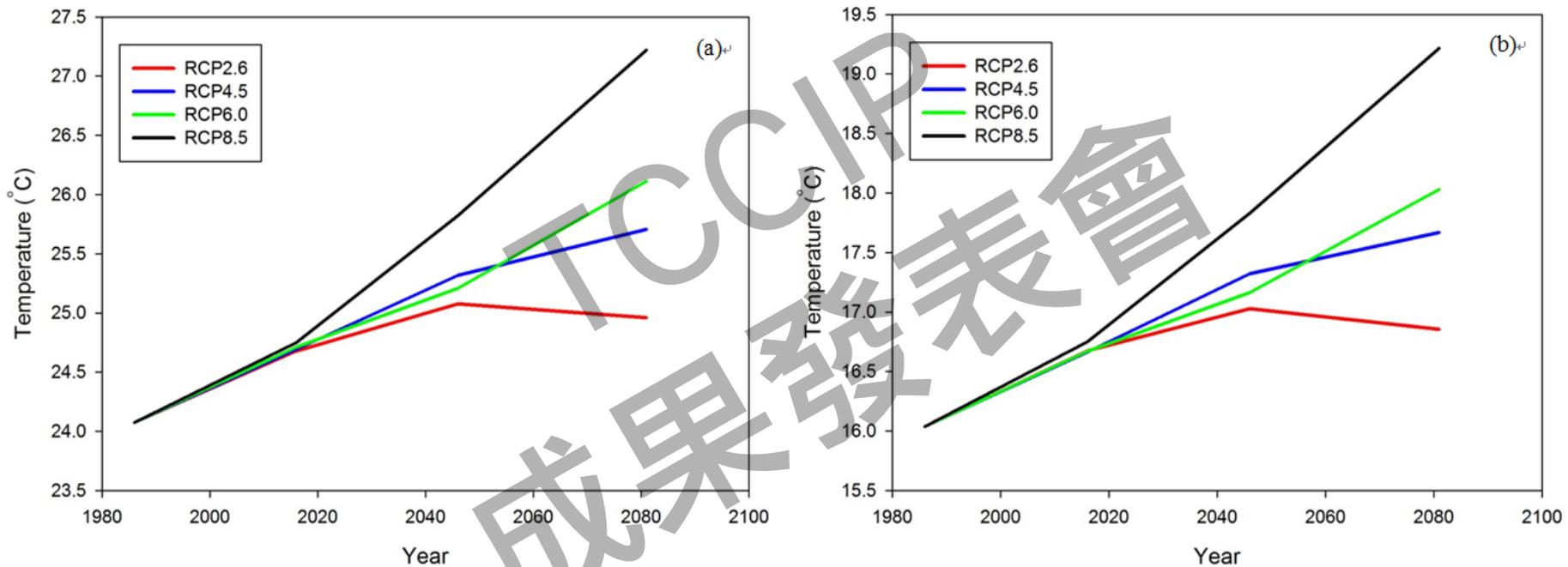
model	Solar Radi.	Maxi. Temp.	Min. Temp.	rainfall	RH	Wind speed
DSSAT*	v	v	v	v		
EPIC*	v	v	v	v	v	v
DNDC*	v	v	v	v	v	v
Oryza 2000	v	v	v	v		
CENTURY		v	v	v		

*DSSAT :Decision Support System for Agrotechnology Transfer

*EPIC :Environmental Policy Integrated Climate

*DNDC : DeNitrification-DeComposition

未來溫度分析



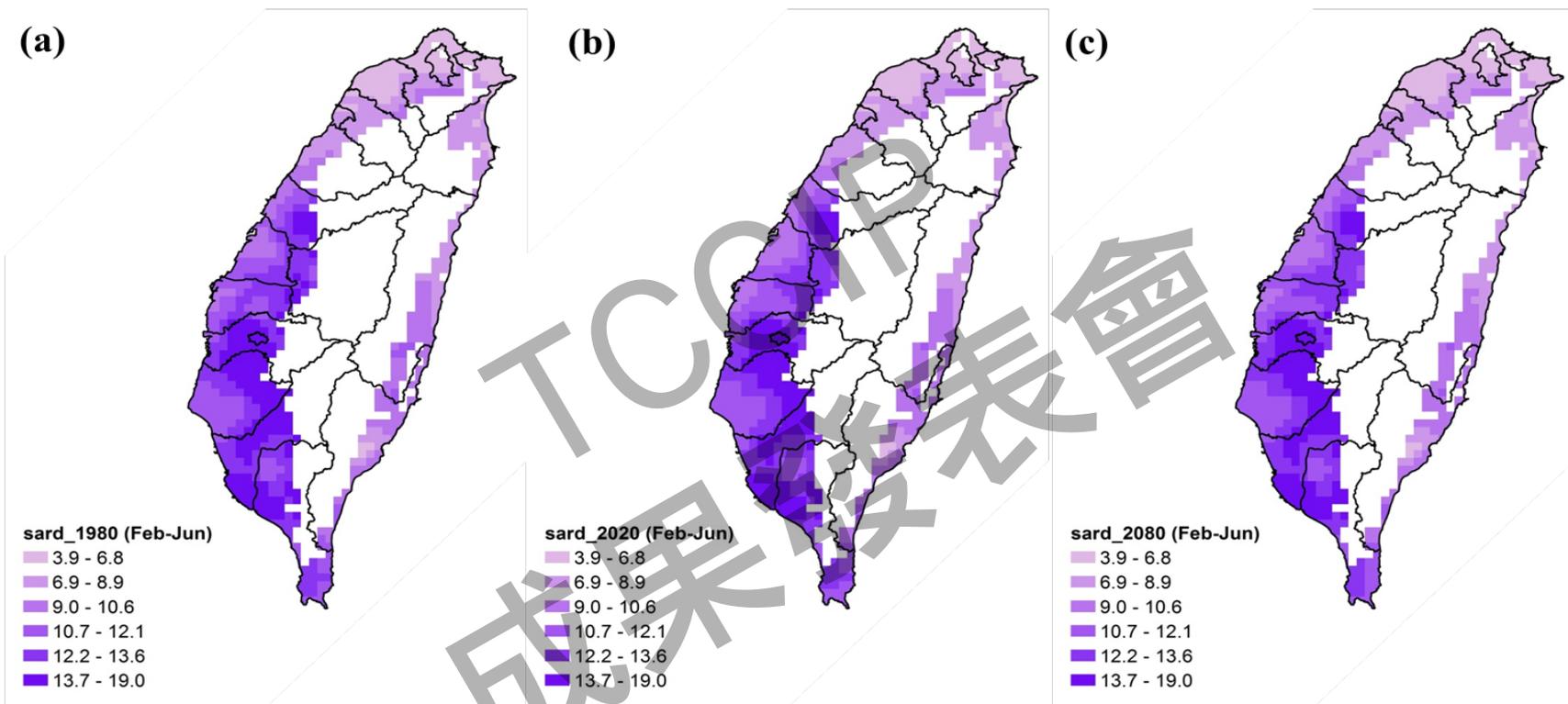
AR5 RCP2.6、RCP4.5、RCP6.0及RCP8.5四種情境下，於基期、世紀初、中及末等四個期程之最高溫度(a)及最低溫度(b)年均值之變化。

世紀末各情境與基期之溫差

Minimum temperature					
2079 - 2099	2080 - 2099	2081 - 2100			
dynamic A1B	AR4 A1B	AR5 RCP2.6	AR5 RCP4.5	AR5 RCP6.0	AR5 RCP8.5
2.57	1.55	0.82	1.63	2.00	3.18

Maximum temperature					
2079 - 2099	2080 - 2099	2081 - 2100			
dynamic A1B	AR4 A1B	AR5 RCP2.6	AR5 RCP4.5	AR5 RCP6.0	AR5 RCP8.5
2.37	1.48	0.88	1.63	2.04	3.14

未來日射量分析



(a)基期(1980-1999) (b)近未來(2020-2039) (c)21世紀末(2080-2099)之一期作水稻生育期間(Feb-Jun)日射量之網格面化圖。

水稻產量評估流程

- 最高溫度
- 最低溫度
- 日射量
- 降雨量

未來氣象資料



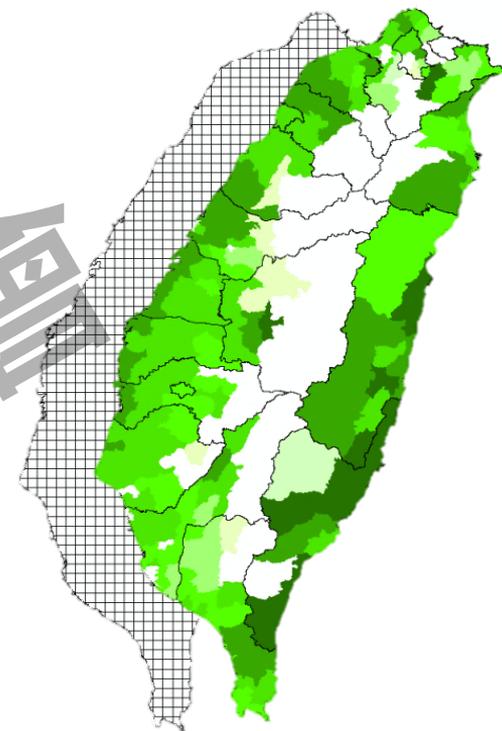
- 作物遺傳參數
- 環境因素
- 栽培管理

模式參數設定



- 5 km × 5 km 網格
- 鄉鎮總產量
- 全國總產量

地理資訊系統



水稻產量推估

糧食生產評估系統

不同氣候情境糧食生產評估系統

使用者管理 監測資料紀錄查詢 模擬氣象資料處理 糧食生產模擬 說明

編輯使用者 使用者紀錄查詢 退出系統	監測資料查詢 資料完整性比對 監測資料面化處理	資料匯入 未來情境資料面化處理 資料查詢 自設情境資料設定 自設情境資料面化處理	氣象資料產生 模擬區域設定 模擬參數設定 土地使用分類設定 模式執行 縣市、鄉鎮產量統計 5公里網格產量統計 模擬資料與產量估算比對 觀測資料與模擬資料比對
--------------------------	-------------------------------	--	--

臺灣縣市界
 臺灣縣市區界
 使用分區
 臺灣村里界
 全台5KM網格



行政院農業委員會農業試驗所

不同氣候情境 糧食生產評估 系統

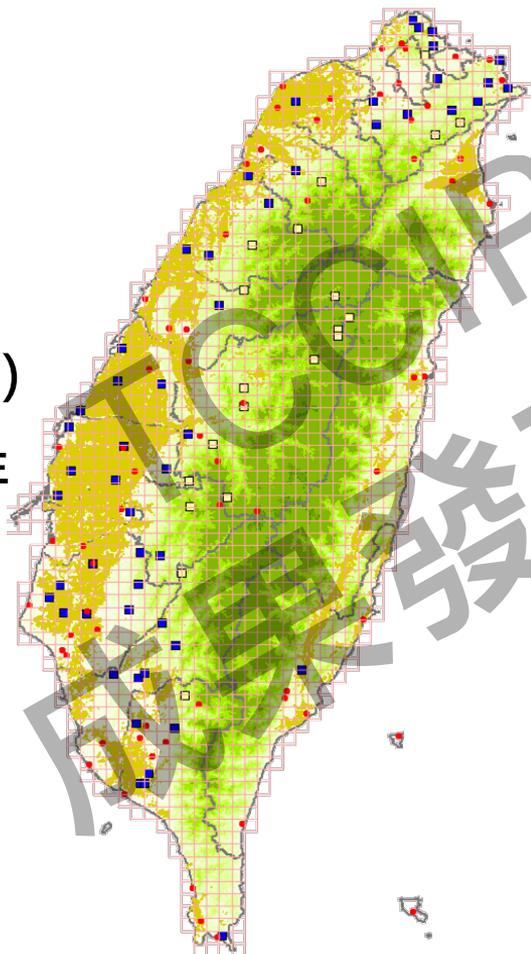
帳號:

密碼:

會員登入 新增會員 退出系統

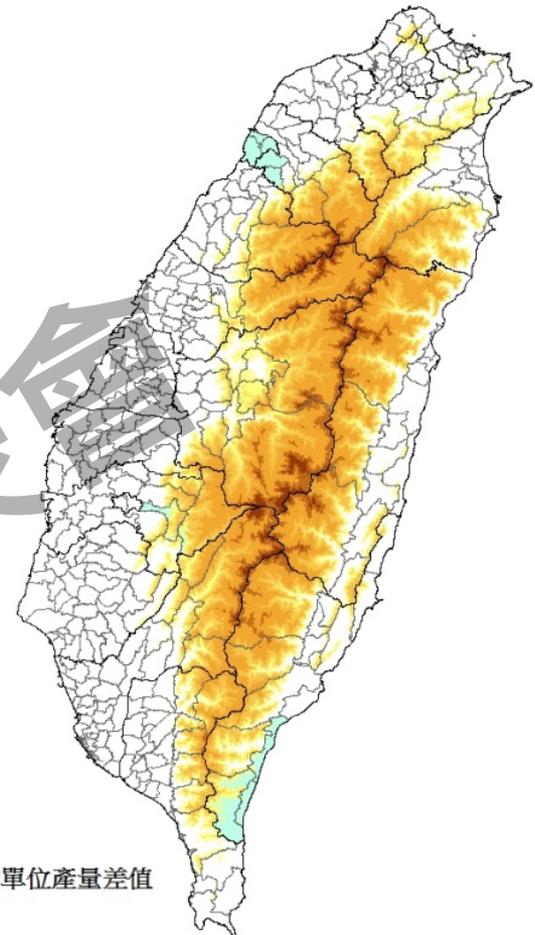
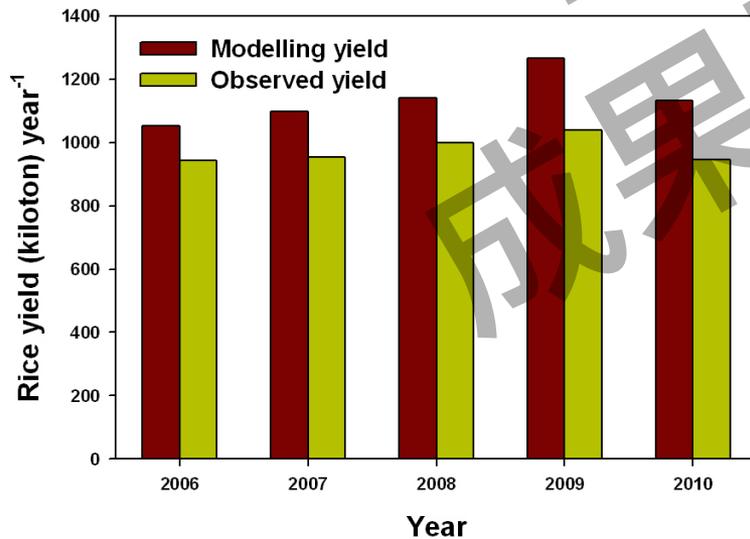
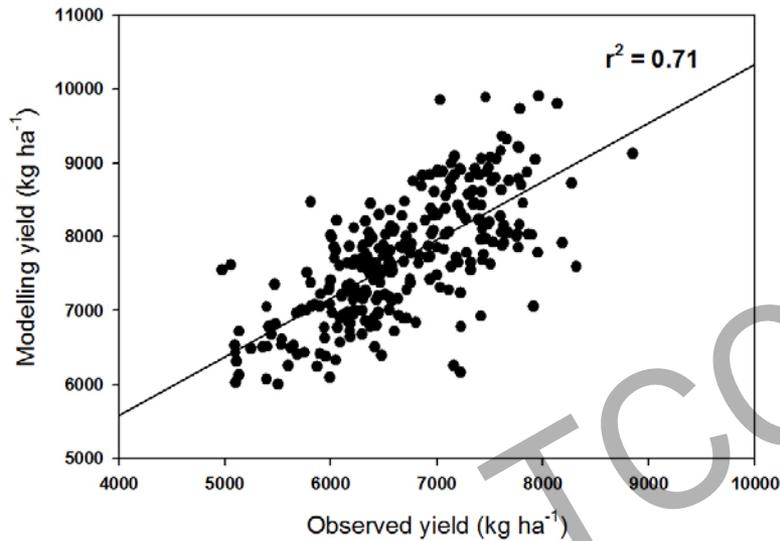
評估系統空間特性及資料庫

- ➔ 空間劃分5×5km
(氣候情境解析度)
- ➔ 鄉鎮為尺度
(作物調查基本單位)
- ➔ 2006-2010年 五年
(完整資料年份)



- ➔ 作物鄉鎮收穫面積及產量統計資料庫
- ➔ 作物生長模式產量推估資料庫
- ➔ 土地利用分類資料庫
- ➔ 歷年觀測氣象資料庫
- ➔ 未來氣候資料庫
- ➔ 氣候災害機率資料庫
- ➔ 農業災害面積及產量損失統計資料庫

產量實測值與模擬值比較



水稻一期作評估結果

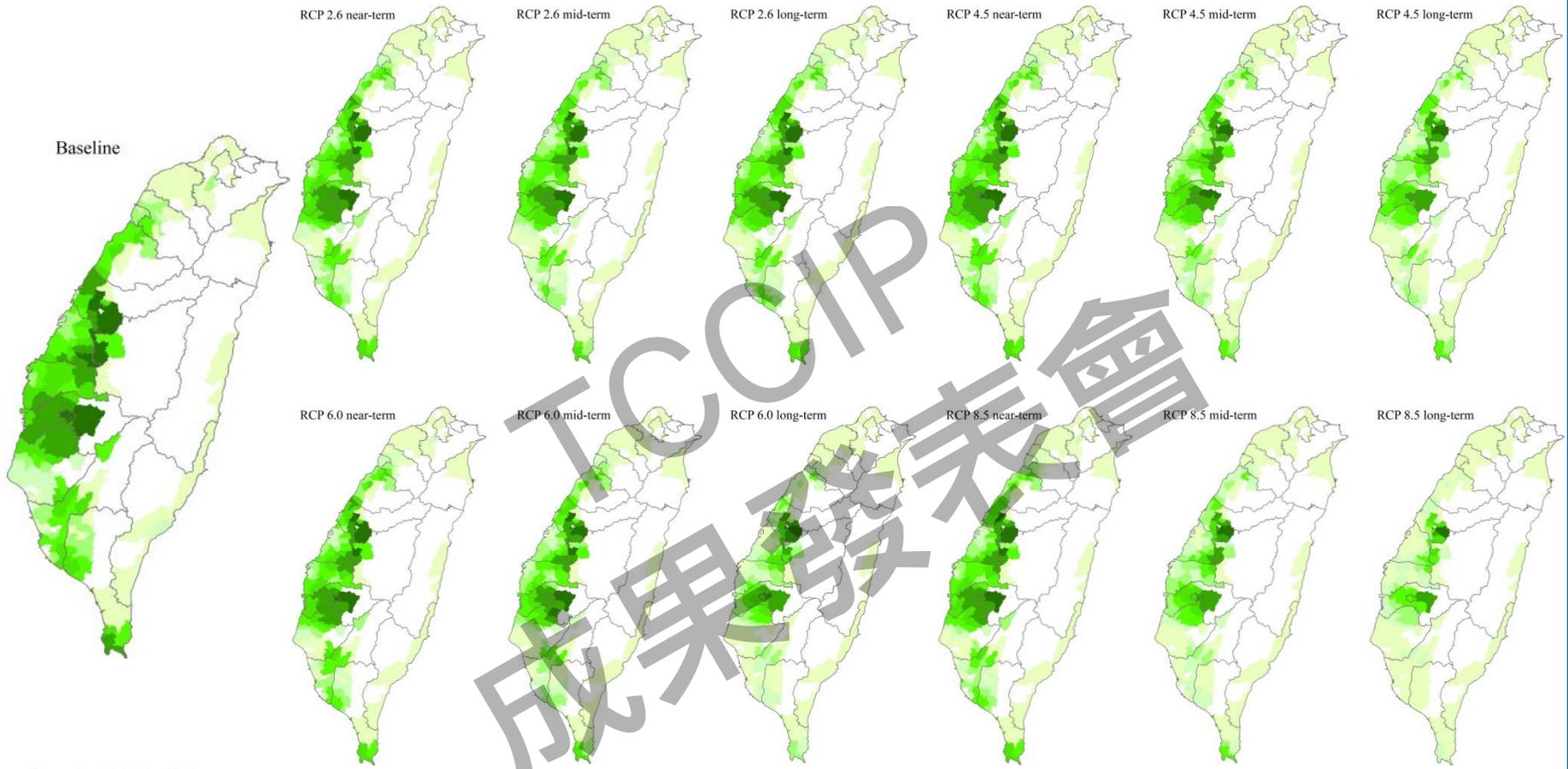


Grand yield (kg/ha)

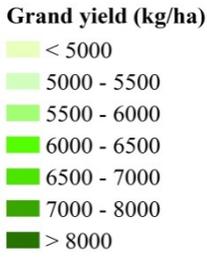
- < 7000
- 7000 - 7500
- 7500 - 8000
- 8000 - 8500
- 8500 - 9000
- 9000 - 10000
- > 10000

基期 (baseline) 及所有未來情境下於世紀初 (near-term)、中 (mid-term) 及末 (long-term) 各鄉鎮地區之 第一期作水稻產量空間分布圖。

水稻二期作評估結果

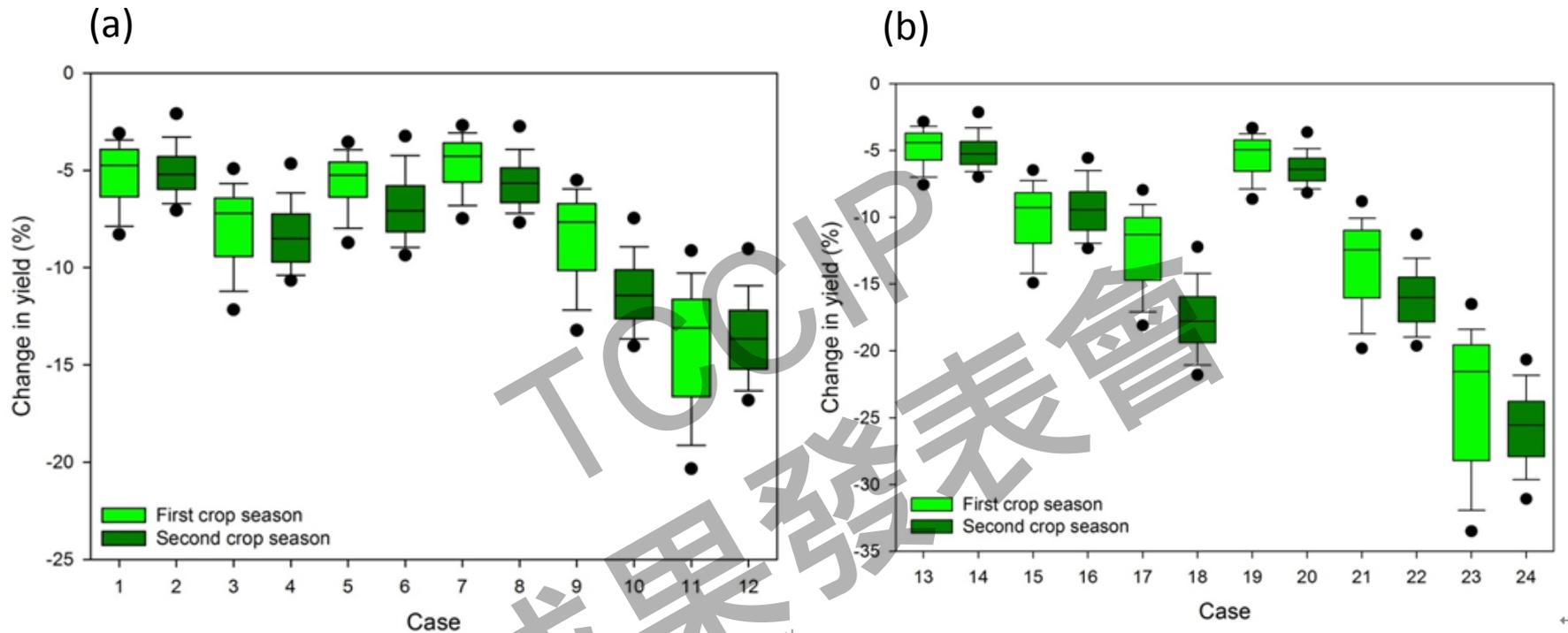


成果發表會



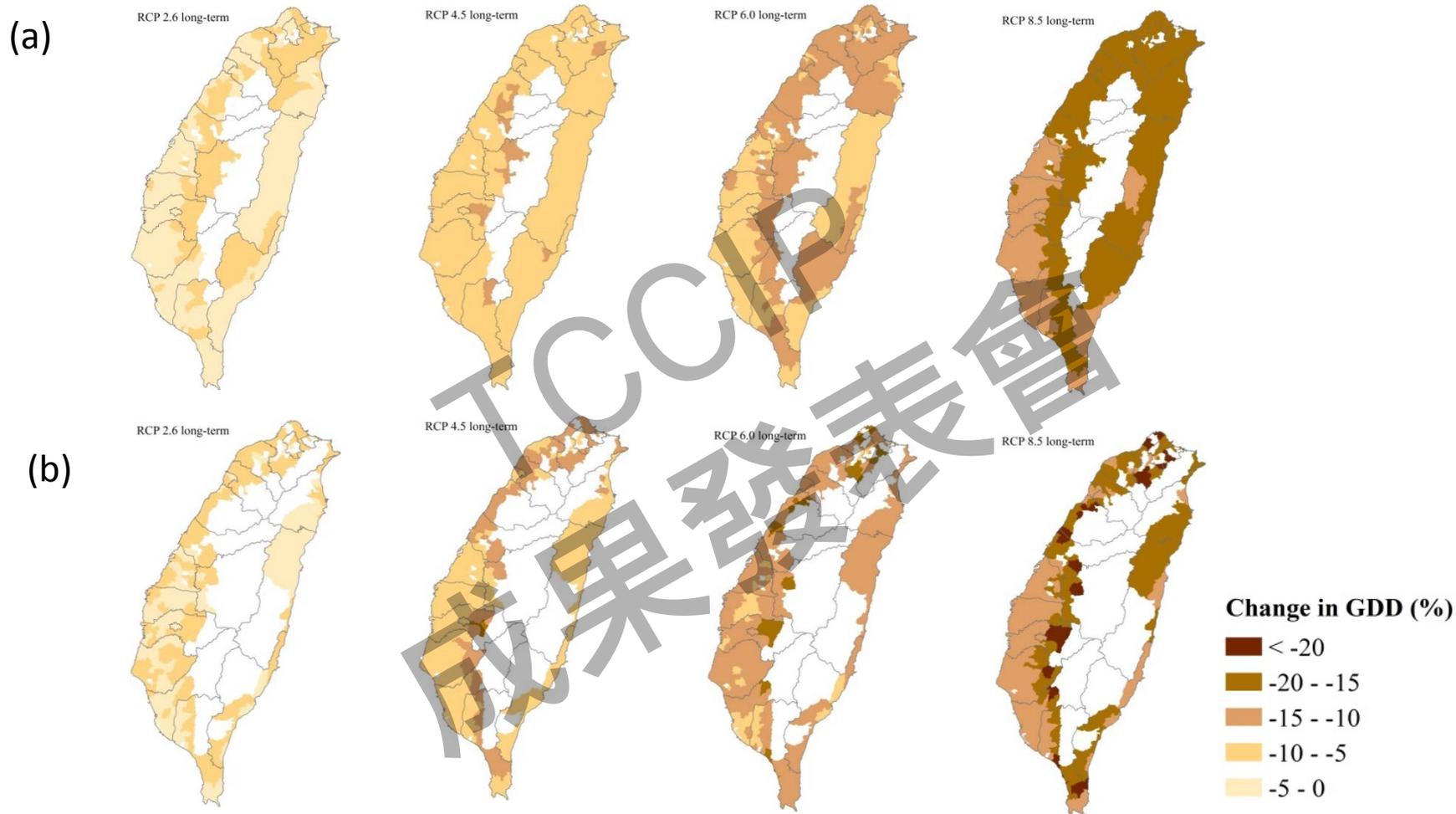
基期 (baseline) 及所有未來情境下於世紀初 (near-term)、中 (mid-term) 及末 (long-term) 各鄉鎮地區之 第二期作水稻產量空間分布圖。

水稻產量改變率



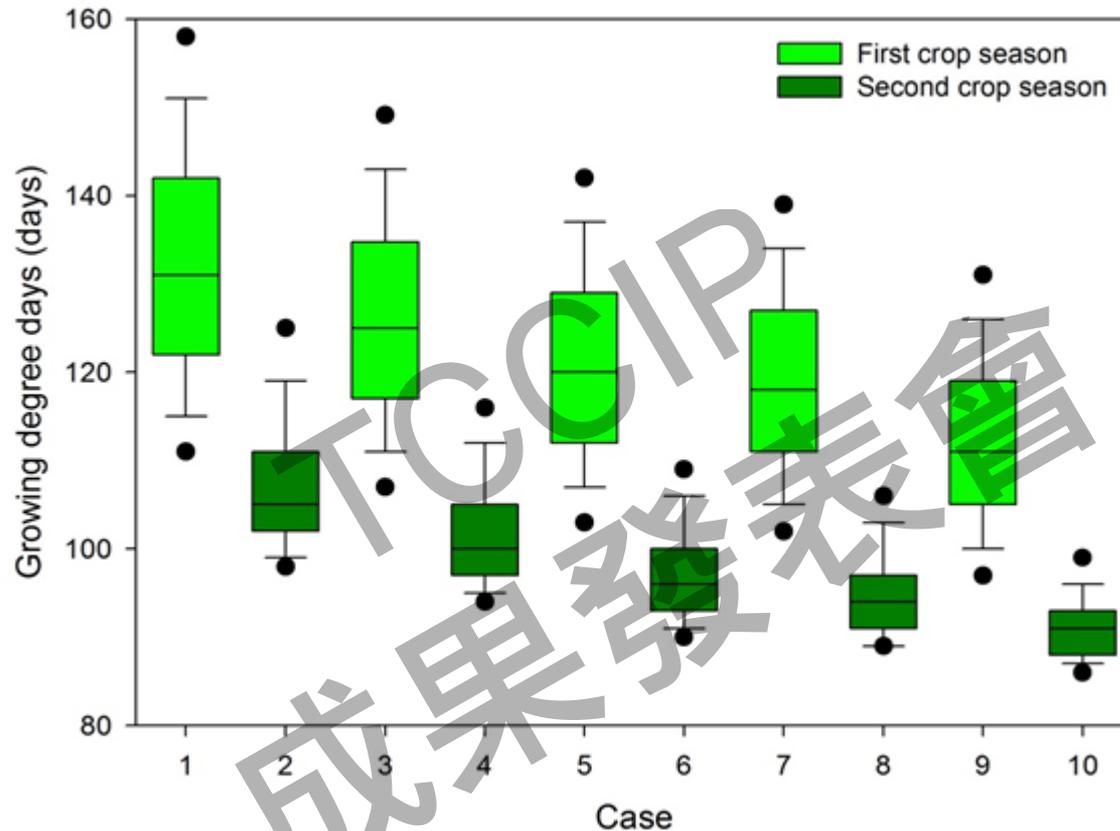
水稻一期作與二期作產量改變率之盒鬚圖。(a) Case 1-12依序為RCP2.6 及RCP4.5情境下世紀初、世紀中、世紀末之第一期作產量改變率。(b) Case 13-24依序為RCP 6.0 及8.5情境下世紀初、世紀中、世紀末之第一期作產量改變率。

水稻生育日數改變量



世紀末四個氣候變遷情境下，水稻一、二期作生育日數之改變量面化圖。(a)第一期作。(b)第二期作。

水稻生育日數改變量

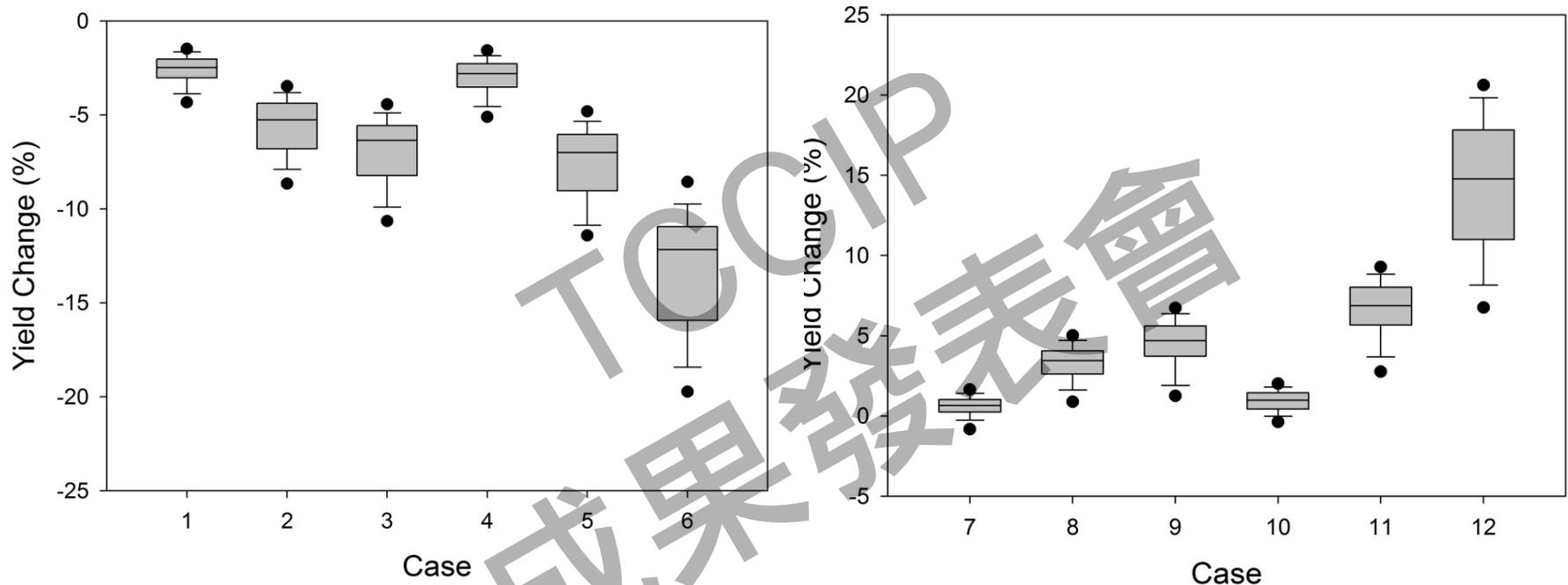


水稻生育日數之變化趨勢。Case 1, 2為基期。Case 3, 4為世紀末之RCP2.6情境。Case 5, 6為世紀末之RCP4.5情境。Case 7, 8為世紀末之RCP6.0情境。Case 9, 10為世紀末之RCP8.5情境。

各情境水稻產量比較

Scenario	Period	First crop season	Second crop season
AR4 dynamic A1B	2015-2039	-4%	-5%
	2075-2099	-15%	-20%
AR4 statistical A1B	2020-2039	-6%	-
	2080-2099	-13%	-
AR5 statistical RCP2.6	2016-2035	-5%	-5%
	2046-2065	-8%	-8%
	2081-2100	-6%	-7%
AR5 statistical RCP4.5	2016-2035	-5%	-6%
	2046-2065	-10%	-11%
	2081-2100	-12%	-14%
AR5 statistical RCP6.0	2016-2035	-5%	-5%
	2046-2065	-8%	-9%
	2081-2100	-14%	-18%
AR5 statistical RCP8.5	2016-2035	-5%	-6%
	2046-2065	-13%	-16%
	2081-2100	-23%	-26%

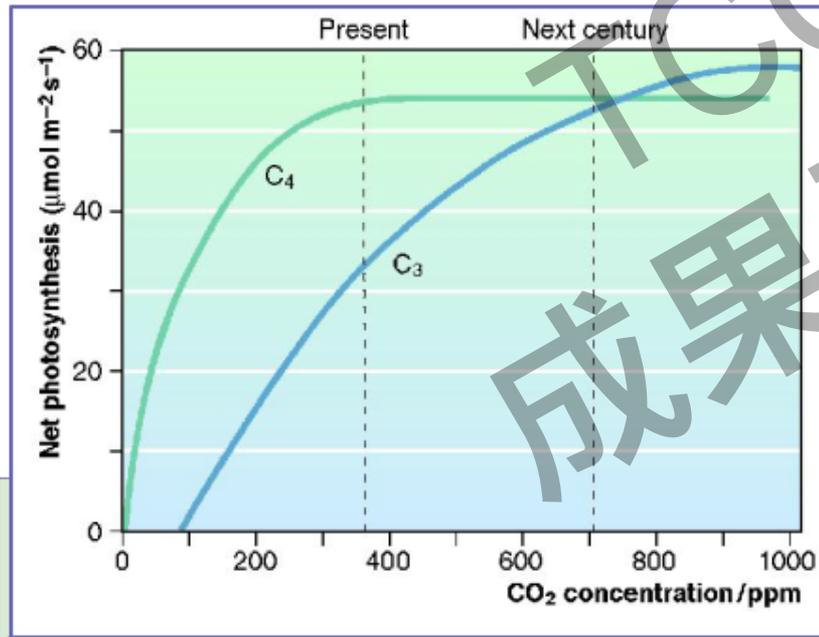
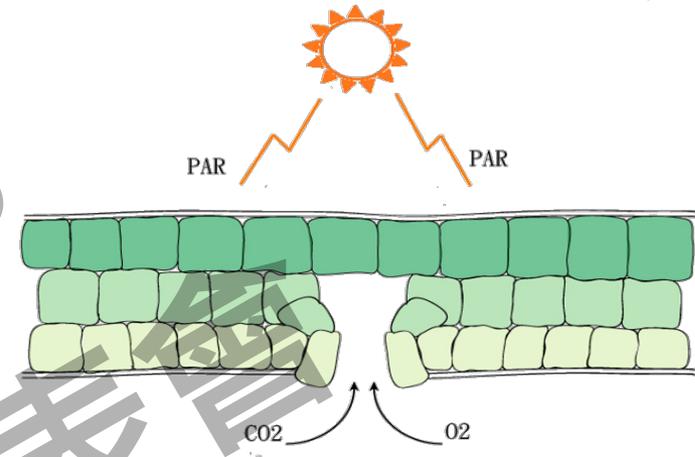
二氧化碳效應差異比較



不考慮(Case1-6)及考慮(Case7-12)二氧化碳效應下，RCP4.5與RCP8.5情境之世紀初、中及末之水稻產量改變率。

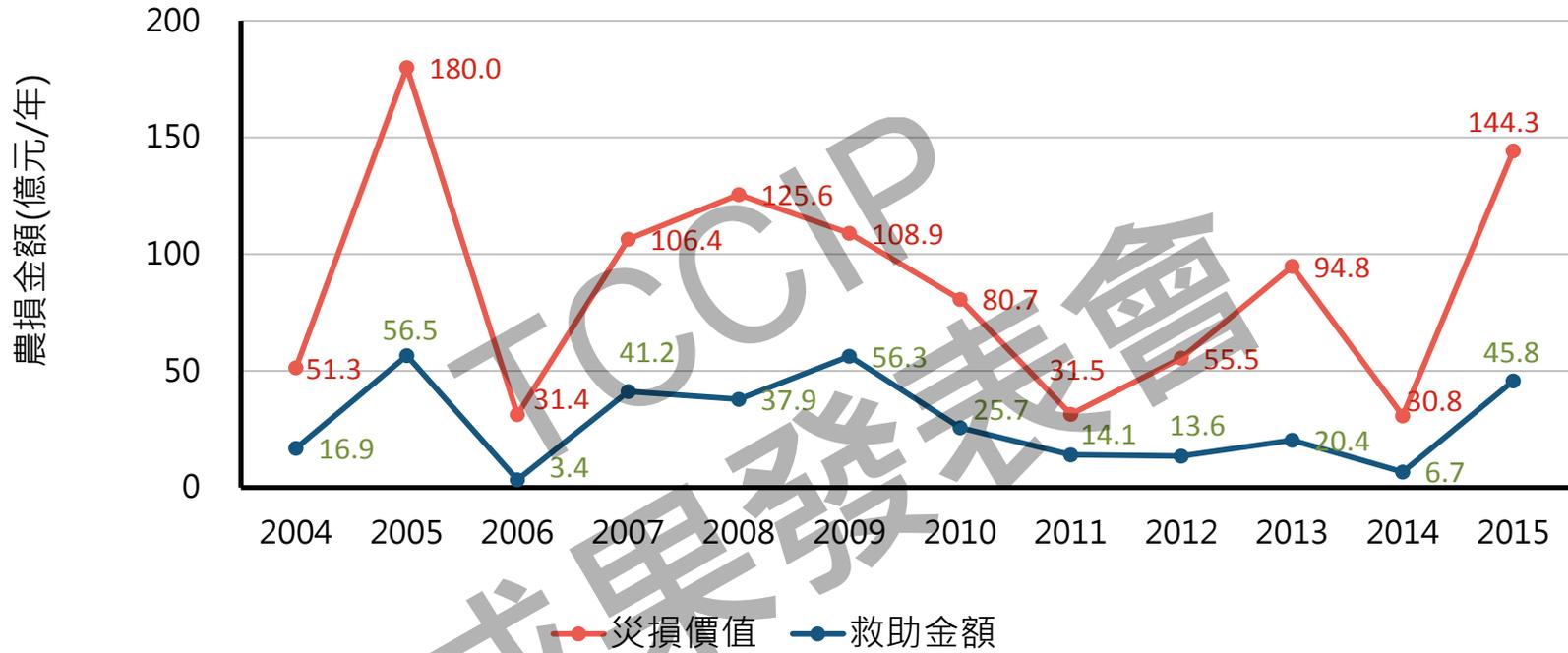
二氧化碳對作物產量之影響

氧氣與二氧化碳共同競爭Rubisco酵素
作用位置，外界高濃度二氧化碳有利進行固碳反應。



<http://tbrann.weebly.com/biology-blog/archives/05-2016>

台灣農業災害分析



一期作產量與淹水潛勢分析



淹水環境脆弱度圖層

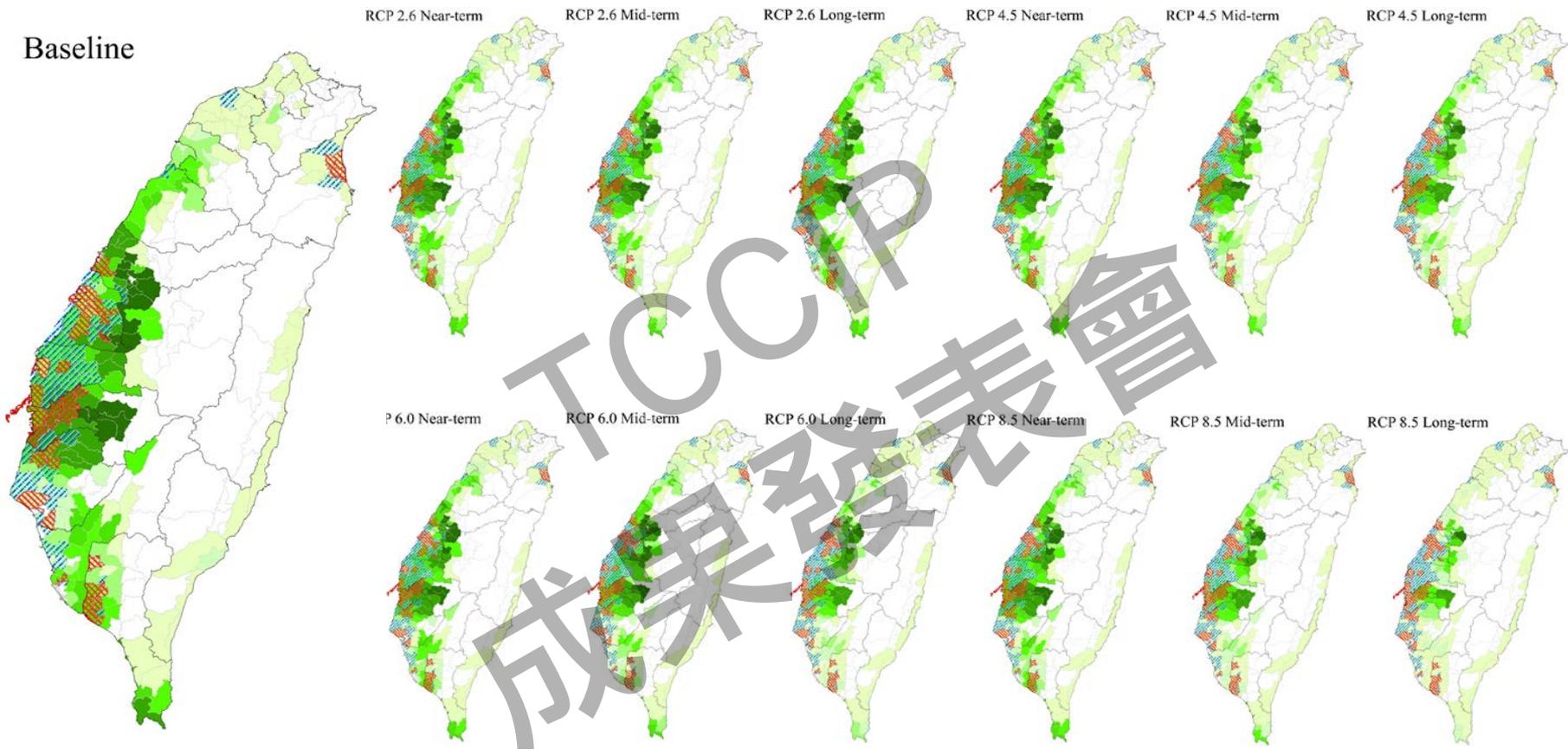
淹水分級

第4級

第5級

基期(baseline)及所有未來情境下於世紀初(near-term)、中(mid-term)及末(long-term)各鄉鎮地區之第一期作水稻產量空間分布與淹水潛勢圖。

二期作產量與淹水潛勢分析



淹水環境脆弱度圖層

淹水分級 基期(baseline)及所有未來情境下於世紀初(near-term)、中(mid-term)

第4級

第5級

及末(long-term)各鄉鎮地區之二期作水稻產量空間分布與淹水潛勢圖。

結語

- ➔ 本研究建立依農作物生產所需之全年逐日未來氣候資料，項目包括最高溫、最低溫、降雨量及日射量，並利用過去歷史資料進行驗證，經多次修正後，已完成適用於農業之未來氣候推估資料庫。
 - 可用於糧食作物生產潛勢分析，農田及耕作制度變遷，生物多樣性評估，糧食安全預警及各項因應氣候變遷之調適策略研擬。



國家災害防救科技中心

National Science and Technology Center
for Disaster Reduction

感謝聆聽

敬請指正！



TCCIP
成果發表會

TCCIP
TAIWAN