

台灣氣候變遷趨勢與風險

陳永明

國家災害防救科技中心 氣候變遷組組長



變動氣候下的災害風險

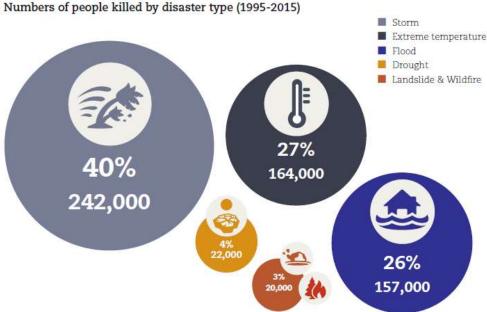
全球氣候災害趨勢



氣候相關災害對人類造成重大衝擊

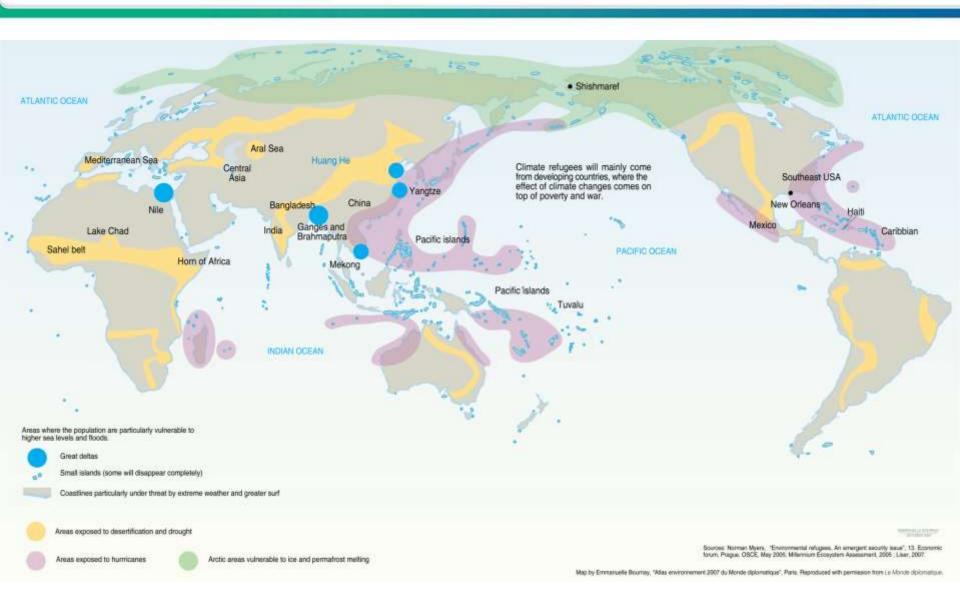
- 過去20年來,因為氣候與天氣相關事件,共造成60萬人 喪生、41億人受影響
- 颱風/熱帶氣旋傷亡最嚴重
- 亞洲地區人口密度高,受害最深





氣候難民







5

氣候變遷科學重要資訊來源:TCCIP

2020/3/16



Solence Change Schence Change

Reducing Green, Seons Cast Strains Constant of the Constant of Jucing Militial Mili

图题與調通 (Of Chimate Impacts that are now Unavoidable

TCCIP 計畫推動架構



學術研發

臺灣氣候變遷推估與資訊平台

中央氣象局

水利署、農試所...

科技部

國家災害防救科技中心

- 規劃運作
- 整合學術界研究能量
- 培育優秀人才

中研院環境變遷中心

師大、台大、交大、 中大、北市大、彰師 大、長榮大...

國際接軌

IPCC CMIP5資料

日本氣候變遷創生計畫

高解析氣候模式(20KM)資料

高解析度**AGCM** (GFDL HiRAM, NCAR CAM5)

CORDEX-EA 資料

應用研究

政策綱領調適 行動領域

強化

新增

災害

土地

設維施生基

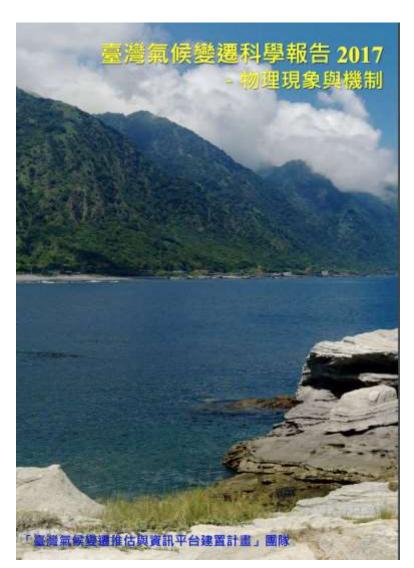
水資源

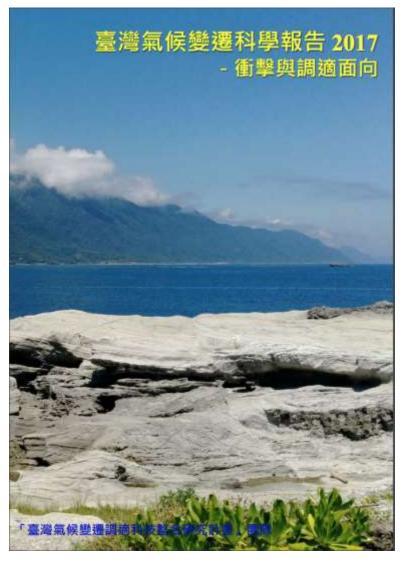
農業、生態

健康。

氣候變遷科學報告2017

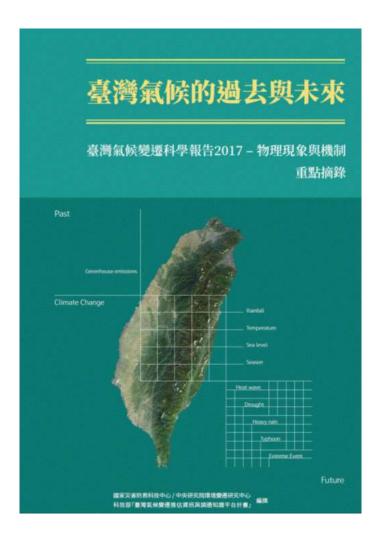






台灣氣候的過去與未來





重要發現

- 全球與臺灣過去與未來的溫度變化
- 全球與臺灣過去與未來的海平面變化化
- 全球與臺灣過去與未來的降雨量變化
- 臺灣過去季節變遷趨勢
- 臺灣極端溫度/熱浪變遷
- 臺灣極端降雨指標推估
- 西北太平洋與侵台颱風變化趨勢

http://tccip.ncdr.nat.gov.tw



氣候變遷發生了什麼事?

2020/3/16



極端溫度趨勢與衝擊影響

「熱」的台灣



2016年6月份 台北超過攝氏35度高溫天數超過歷史紀錄(21天) 是120年來6月份的新紀錄



極端高溫威脅



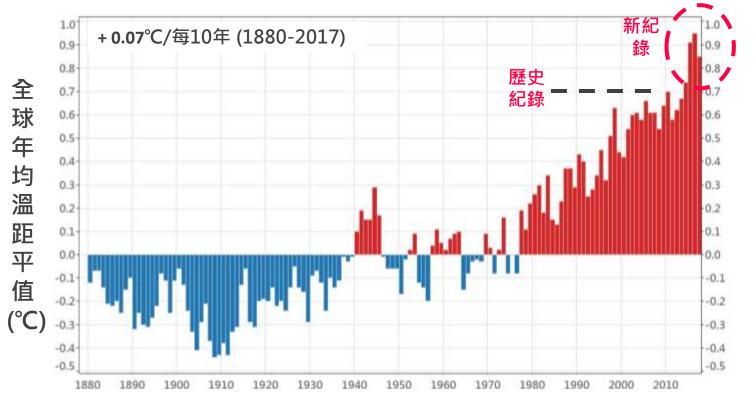


2016、2017、2018 連續三年台北極端高溫日數創下120多年來新紀錄

全球溫度過去百年明顯增加



- •雖有年代變化(暖化遲滯),但全球仍持續增溫
 - 2017年為史上最熱非聖嬰年
 - 2016年為史上最炎熱年
 - 全球溫度在1880-2012年間增加0.85℃ [+0.65~1.06℃]



資料來源:IPCC, 2013;WMO,

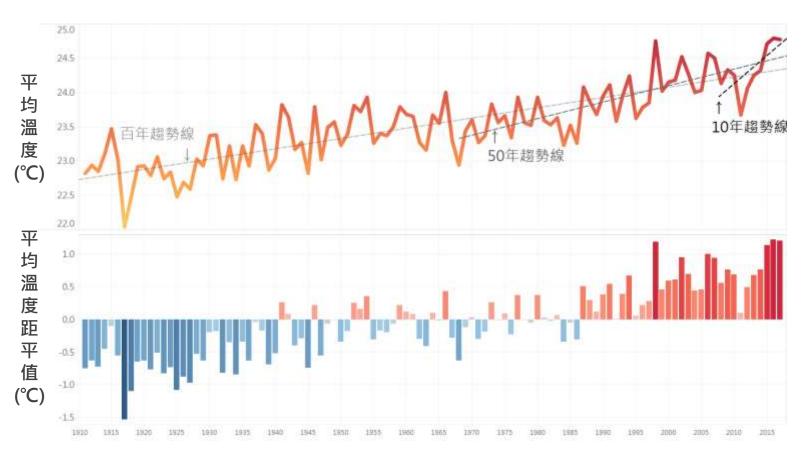
2017; NOAA

2018

臺灣溫度過去百年增溫顯著



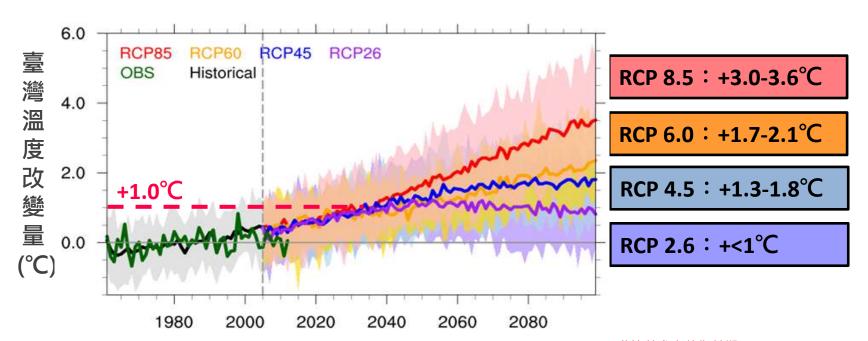
- •呈現年代變化、階段性上升、近年增溫加速
 - 臺灣平地溫度增加1.3℃ (1900-2012年)
 - 近50年、近10年增温加速



臺灣溫度未來百年持續暖化



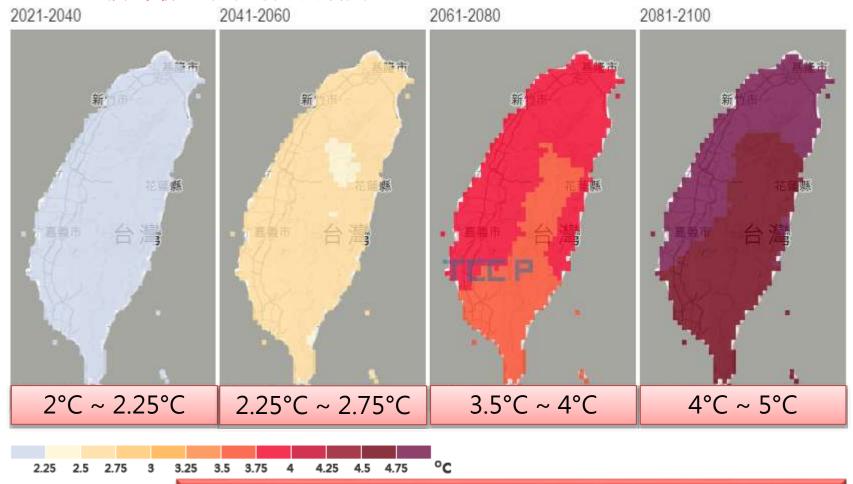
21世紀末(2081-2100年),最劣情境(RCP8.5)下, 臺灣可能增溫超過3℃※



未來百年溫度推估(空間分佈)





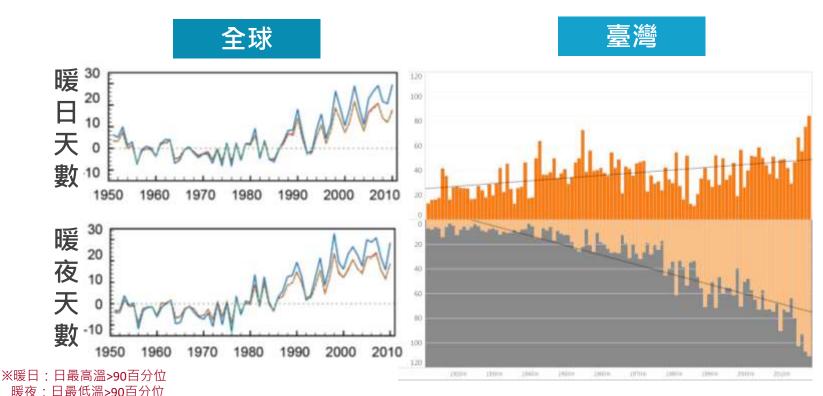


最劣情境下, **溫度逐年增加** 北部增溫的狀況又比南部嚴重

全球與臺灣極端溫度頻率皆改變



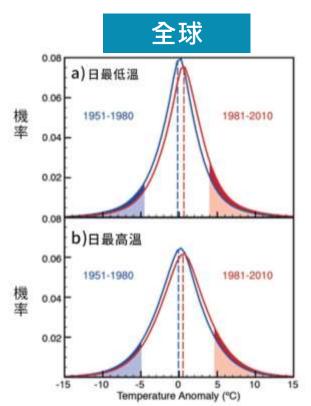
- 過去60多年以來,全球與臺灣暖日及暖夜※發 生機率增加→天數增加
- 暖夜變化最大



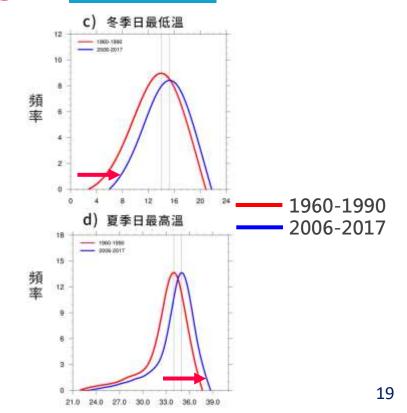
全球與臺灣極端溫度頻率皆改變



- 過去50多年以來,全球與臺灣極端溫度頻率有改變的趨勢
 - 極端高溫之溫度增加近1℃
 - 極端低溫之溫度增加近1.2℃



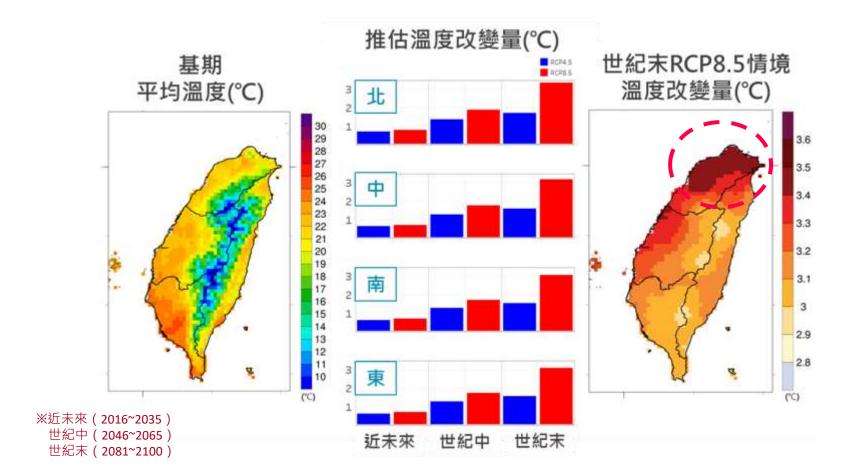
臺灣



臺灣北中南東未來溫度變化

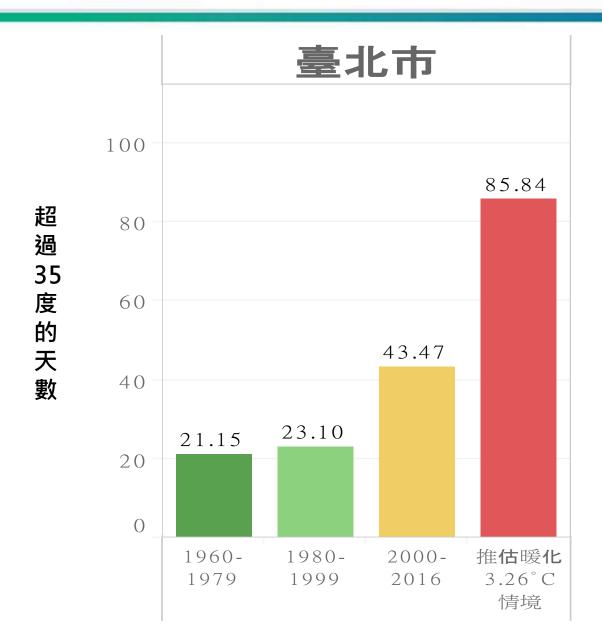


- 臺灣北部增溫最明顯
 - 21世紀末RCP4.5增溫達1.71°C , RCP8.5達3.36°C



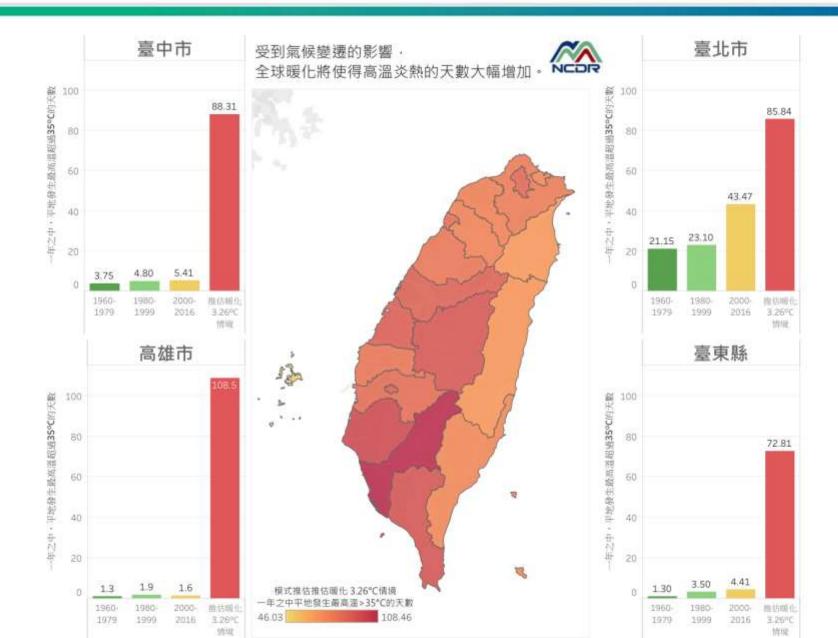
暖化後,極端高溫成常態





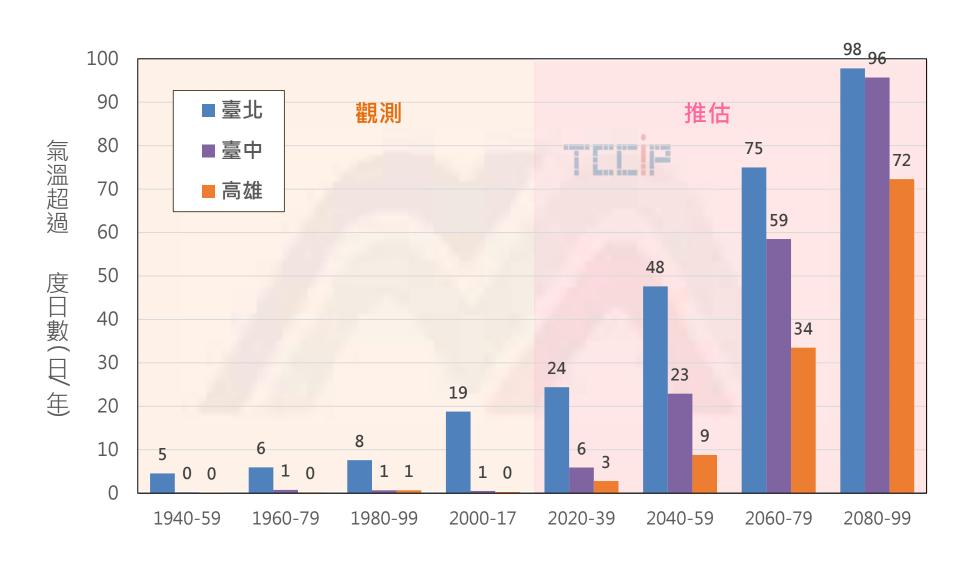
暖化後,極端高溫成常態





氣溫超過36度日數推估

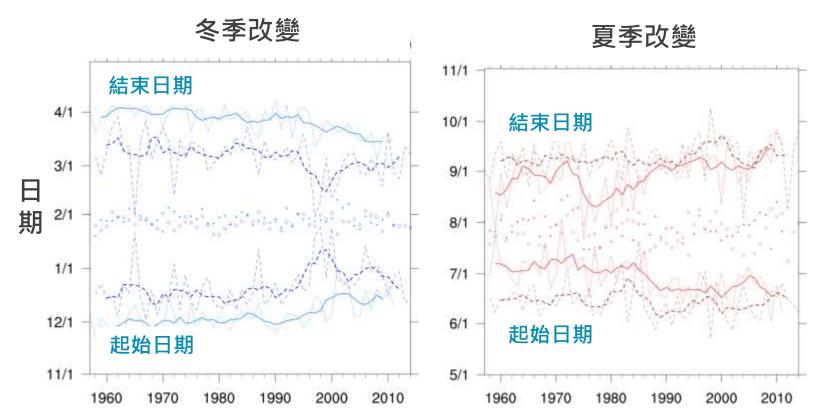




臺灣過去50多年季節變化明顯



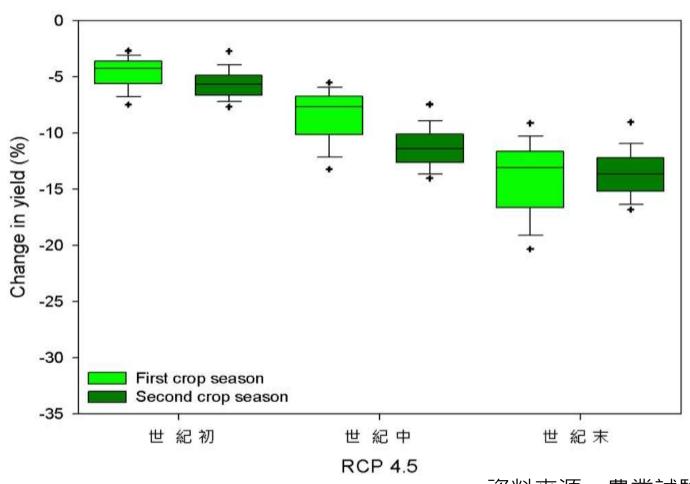
- 過去50多年(1957~2006年) · 臺灣季節已明顯改變: 夏季增長,冬季縮短
 - 夏季提早開始、延後結束,已增加至少27.8天
 - 冬季延後開始、提早結束,已減少至少29.7天



農業生產受影響



農委會 農試所 氣候變遷下稻米產量推估



資料來源:農業試驗研究所

「冷」的台灣



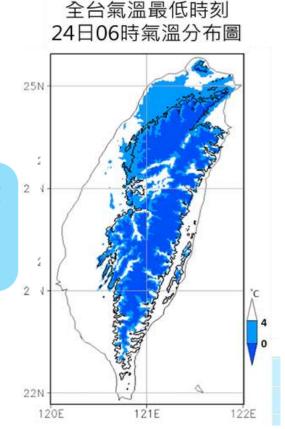
2016年1月23至26日,台北持續62小時受寒流影響,是近44年以來最低溫的寒流事件



■ 新竹桶柑覆雪凍傷



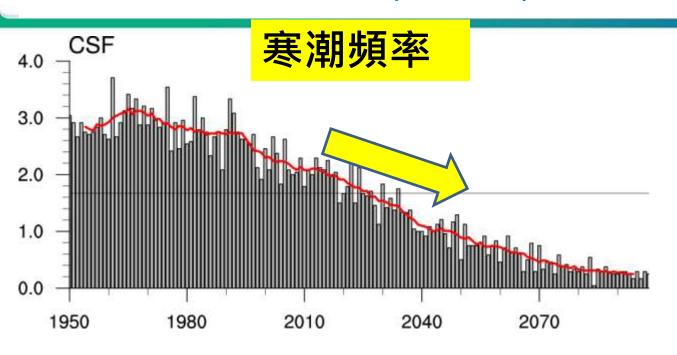
本次寒流**平地最 低溫新竹2.8°C**; 台北最低溫**4°C**

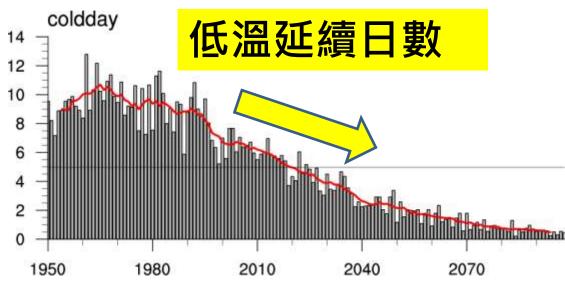


■ 嘉義高價龍膽石斑魚大量暴斃

受暖化影響,寒潮(相對低溫)發生頻率降低

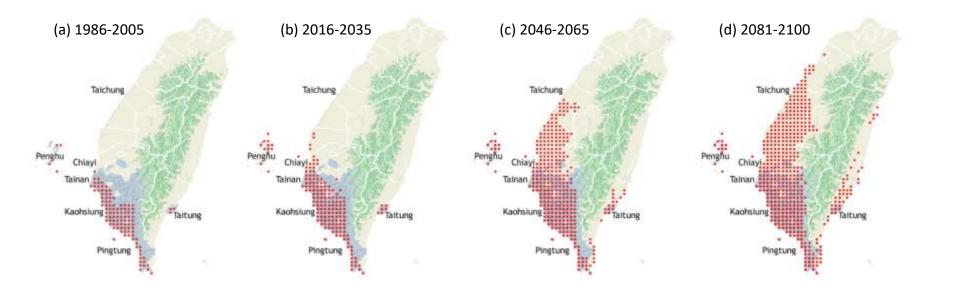






高溫可能影響埃及斑蚊適合生長區





世紀末埃及斑蚊分布逐漸往北移動

註: 背景灰藍色塊則為2003-2011年疾病管制署調查的埃及斑蚊實際分布鄉鎮且海拔小於1,000公尺的範圍。



降雨不均趨勢與衝擊影響

「旱」的台灣!

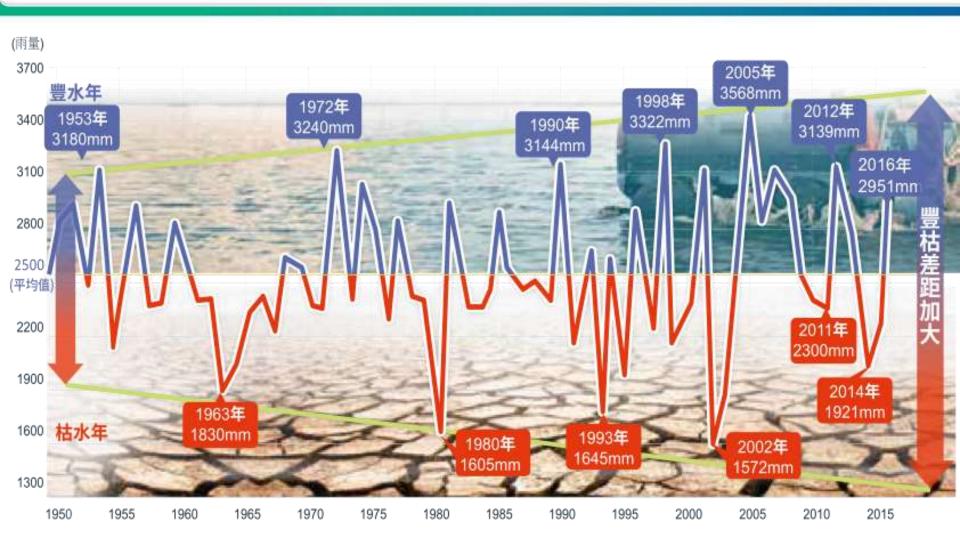


2015年是1947年來 秋冬季(10月至隔年2月)台灣平地雨量最少的一年



豐枯水期降雨愈趨不均





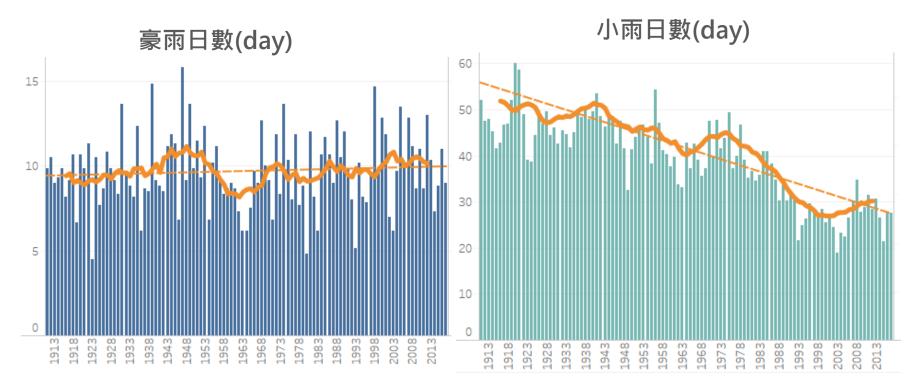
資料來源:水利署

臺灣降雨量乾濕/豐枯差異增加



豪雨日數(日降雨超過200mm)有些微增加的趨勢

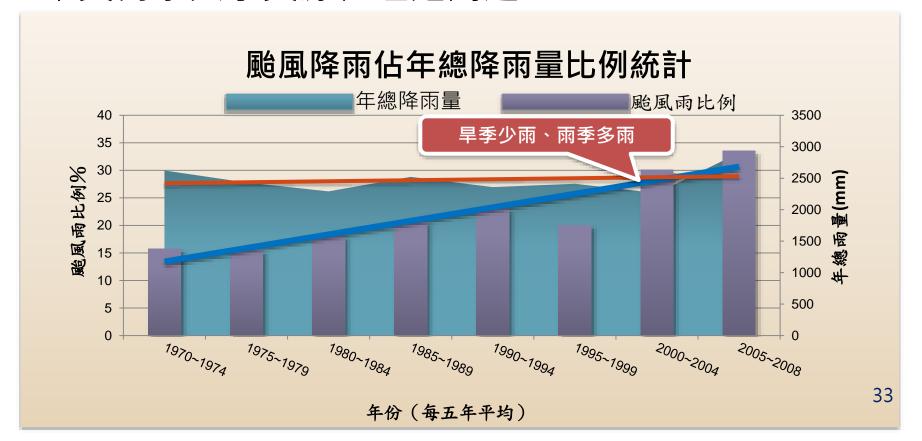
小雨日數(日降雨0.1~1mm)有顯著減少趨勢



豐枯水期降雨愈趨不均

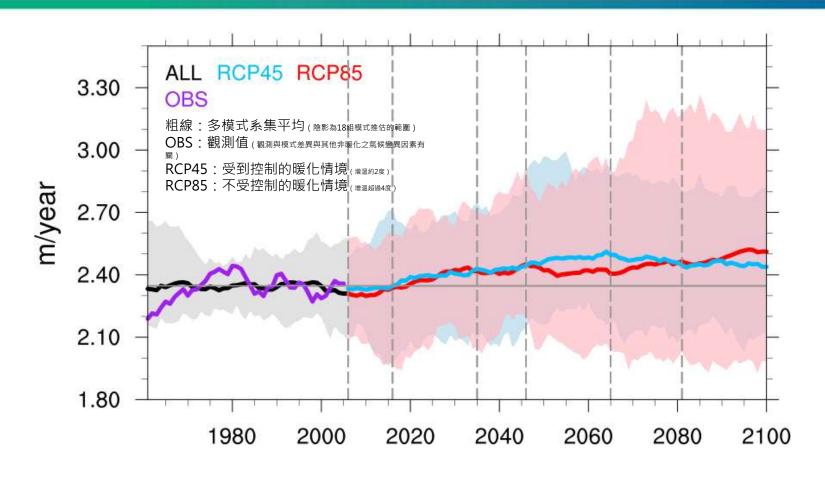


過去40年總降雨量雖沒有明顯氣候變遷趨勢,但颱風降雨比例逐年增加(15%→30%),凸顯氣候變遷下水旱災衝擊與水資源管理之問題。



台灣年降雨未來變遷推估趨勢

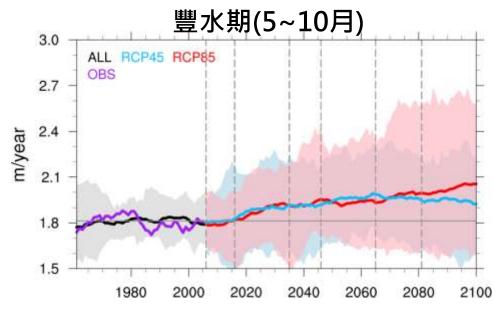


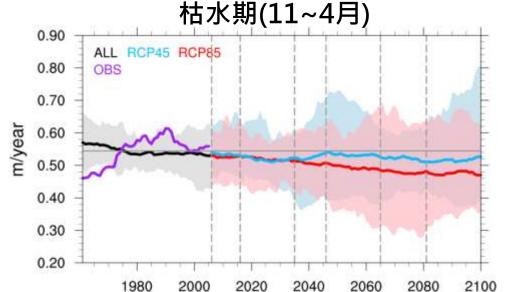


- 暖化對台灣整體年雨量僅有些微增加的趨勢(百年增加5%),且其變異性大。
- 特殊極端事件,如颱風多寡、乾旱......等,對每年的降雨影響變化很大。





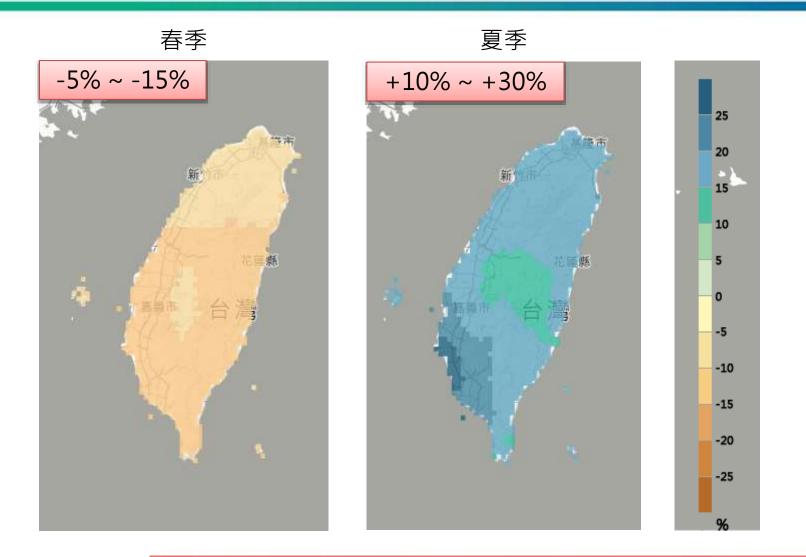




- 雖年雨量變化趨勢不大,但 存在豐水期雨量增加,枯水 期雨量減少的趨勢。
- 豐水期雨量增加,代表夏季 防洪以及水庫淤沙的壓力增 大。同時因無法蓄積過多的 雨水,形同水資源的浪費。
- 枯水期雨量減少,對一期稻 作以及民生工業用水(尤其 苗栗以北地區)影響甚劇, 水庫無法有效補充雨量。
- 暖化情況越嚴重,豐枯水期的差異越明顯。

世紀末(2081年~2100年)雨量改變率 (RCP8.5)

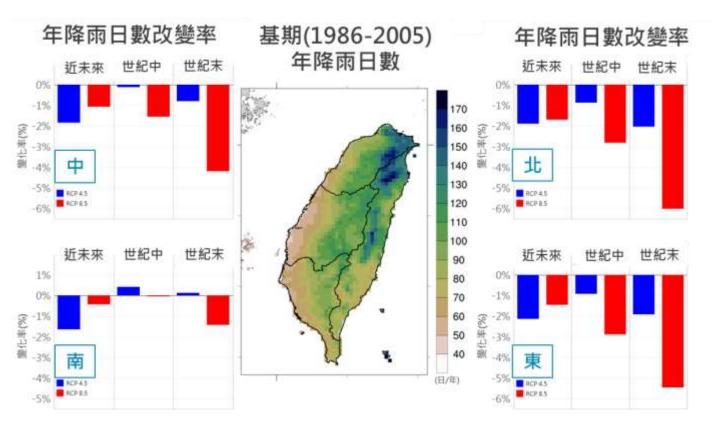




臺灣極端降雨未來推估一乾



• 21世紀末臺灣年降兩日數有減少的趨勢,北部減少較明顯

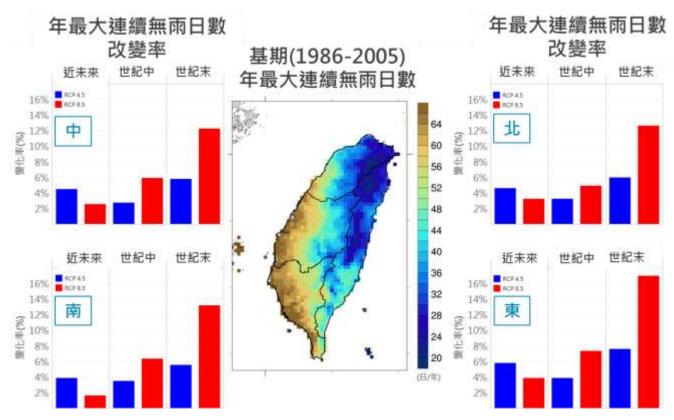


※近未來(2016~2035) 世紀中(2046~2065) 世紀末(2081~2100)

臺灣極端降雨未來推估一乾



• 21世紀末臺灣年最大連續無兩日數有增加的趨勢,東部增加較明顯



※近未來(2016~2035) 世紀中(2046~2065) 世紀末(2081~2100)

未來河川流量模擬:枯水區風險高

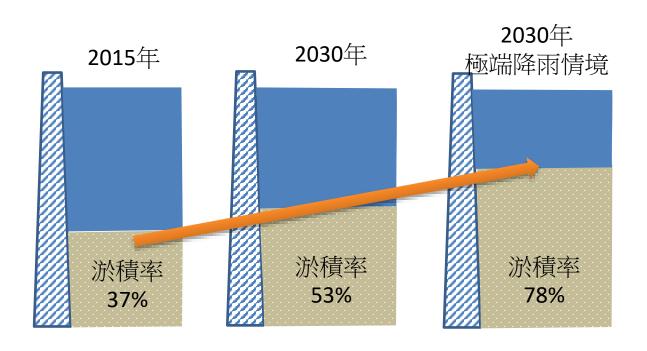




資料來源:水利署

未來水庫淤積風險提高





未來曾文水庫可能因極端降雨增加, 於積率持續增加(若無調適作為情境下)



極端降雨/颱風變遷趨勢與衝擊影響

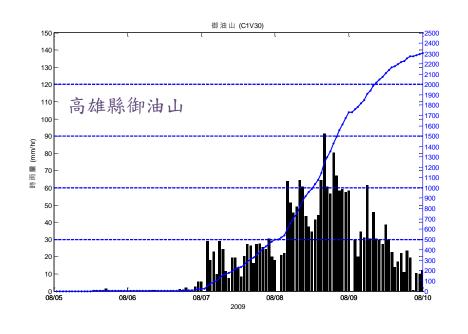
2020/3/16







1970~2009極端強降雨颱風排名						
最大總雨量						
年份 名稱 最大總						
1	2009	莫拉克	3059.5			
2	1996	賀伯	1987.0			
3	1987	琳恩	1941.4			
4	2008	辛樂克	1470.9			
5	1978	婀拉	1434.1			
6	2001	納莉	1315.0			
7	2005	海棠	1215.5			
8	2004	敏督利	1181.5			
9	2007	柯羅莎	1093.0			
10	1973	娜拉	1073.7			
11	1974	貝絲	1044.3			
12	2000	象神	1022.1			
13	1990	楊希	985.6			
14	1989	莎拉	937.3			
15	1998	瑞伯	921.3			
16	2008	薔蜜	885.6			
17	1986	艾貝	827.0			
18	1985	尼爾森	814.2			
19	1986	韋恩	803.9			
20	1972	貝蒂	796.2			

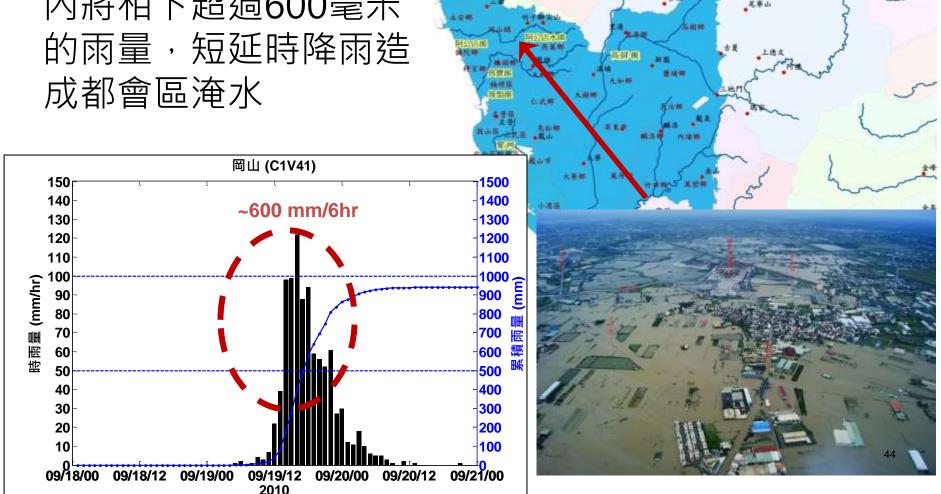


平均時雨量均超過50-60 mm/hr, 連續下超過24個小時以上,為 南部地區帶來嚴重災情

2010 凡那比颱風高雄大淹水



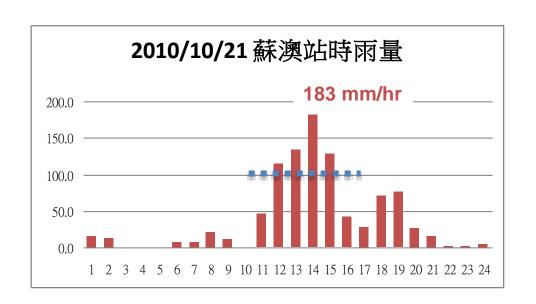
岡山測站在短短6小時 內將相下超過600毫米 成都會區淹水



2010 梅姬颱風造成蘇澳淹水以及蘇花公路重大傷亡



- 蘇澳測站測得時雨量 183毫米
- 連續4個小時的時雨量 超過100毫米

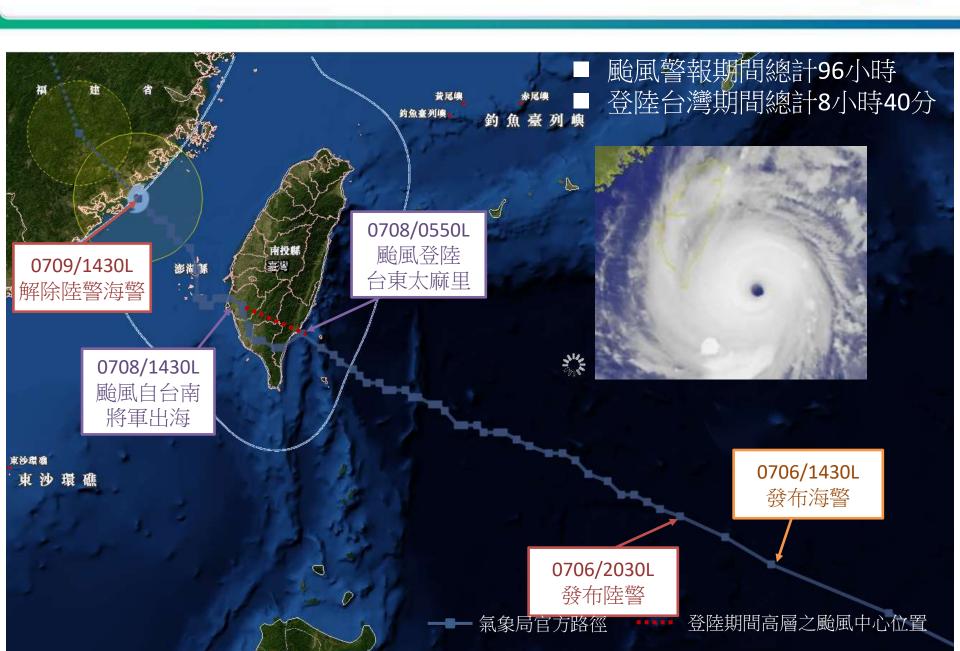






2016 強烈颱風尼伯特 登陸台東





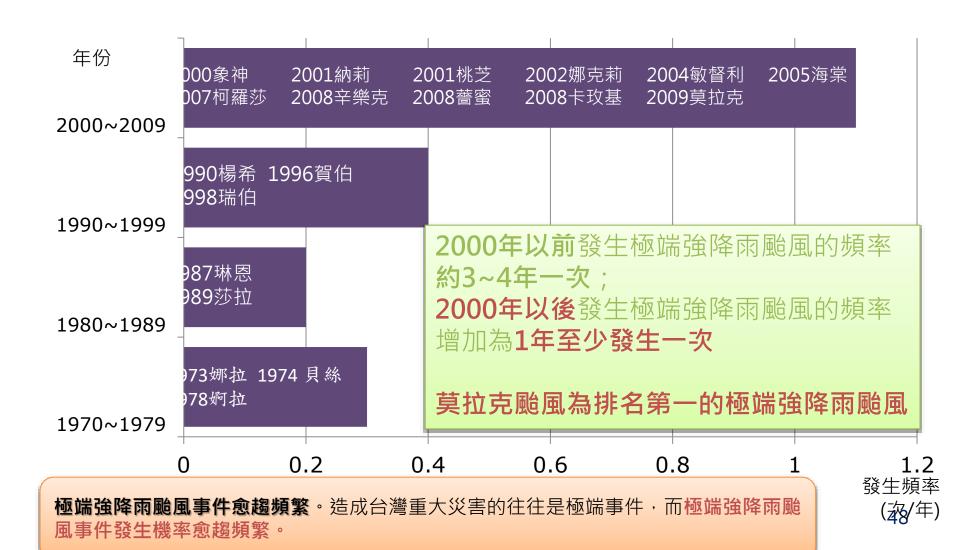
17級風重創台東·破觀測紀錄 ·農損超過7億





極端強降雨颱風統計





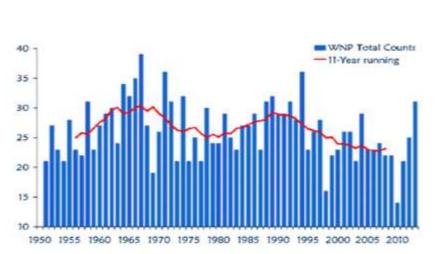
西北太平洋海域與侵台颱風觀測



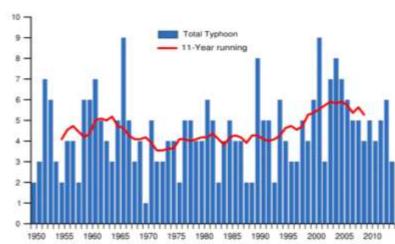
侵台颱風個數並無線性變化趨勢,

- 明顯的年際差異:最少1個颱風,最多9個颱風
- 年代際的差異:
 - 1960年代和2000年之後侵台颱風個數相對偏多
 - 1950年代、1970年代、1990年代侵台颱風個數相 對偏少

西北太平洋颱風生成個數



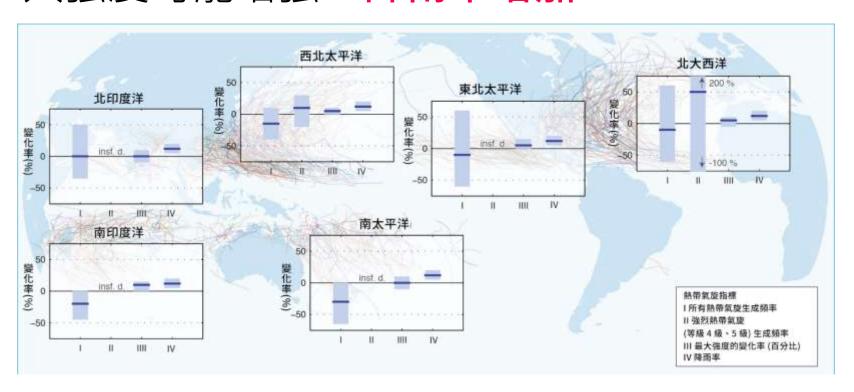
侵台颱風個數



西北太平洋海域颱風推估



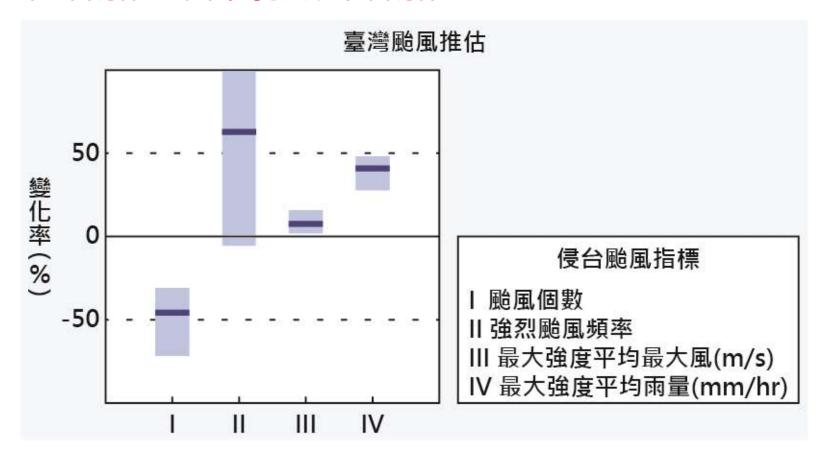
21世紀末西北太平洋颱風,總颱風生成頻 率將減少,強烈颱風的生成頻率將增加、最 大強度可能增強、降雨率增加



侵台颱風未來推估



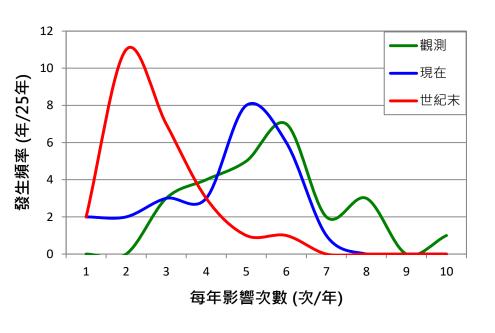
21世紀末,侵台颱風個數將減少,強颱頻率增加,降雨強度增加



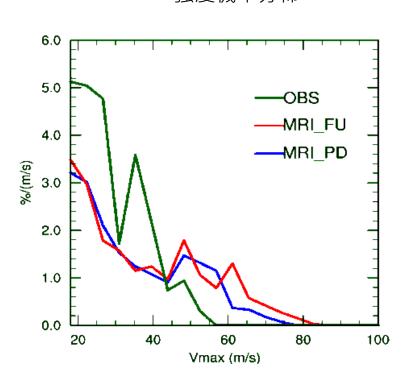
颱風變少、極端強颱增強



颱風影響台灣次數頻率統計



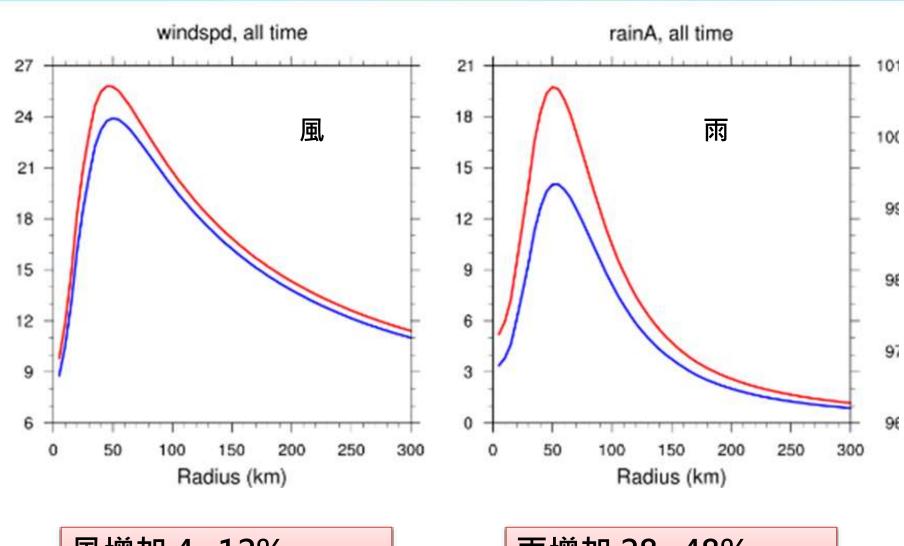
強度機率分佈



- 西北太平洋颱風生成個數及影響台灣的次數明顯變少
- 極端颱風強度有增強之趨勢

未來颱風風雨變強的證據



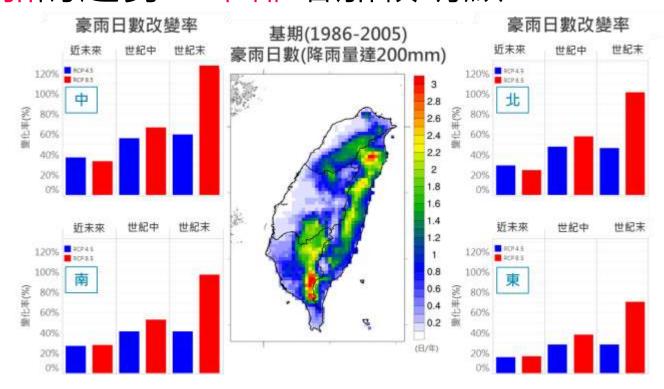


風增加 4~12% 眼牆約 +7% 雨增加 28~48% 眼牆約 +40%

臺灣極端降雨未來推估一濕

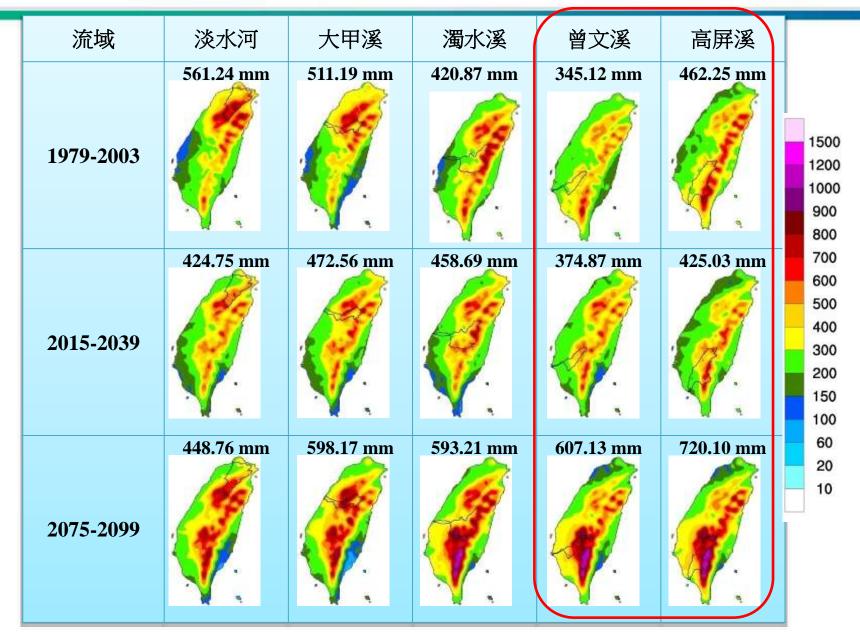


21世紀末臺灣豪雨日數(日降兩超過200mm)有增加的趨勢,中部增加較明顯



颱風降雨增強







農業應用範例

2020/3/16

小麥案例分析-是否適合延後播種



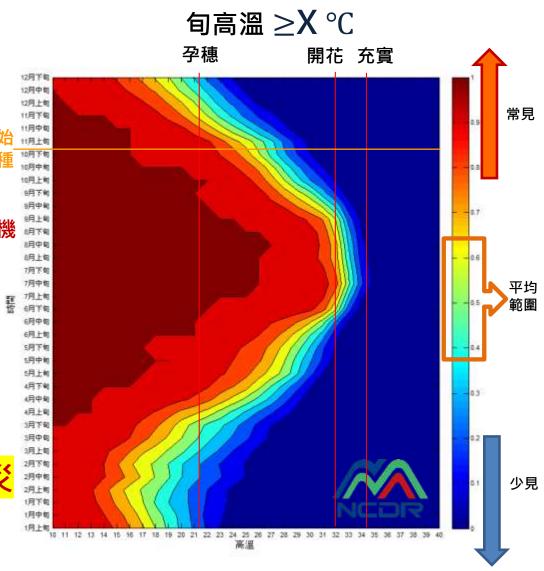
• 桃改場小麥試驗田

評估不同時期播種影響:11月、12月、1月

高溫門檻評估

- 孕穗21.4℃
 - 12月中小旬後遭遇致災門檻值機率降低
- 開花32℃
 - 暫時不會遇到(未來?)
- 充實34.3℃
 - 暫時不會遇到(未來?)

• 製作氣候變遷下的氣象致災 頻度圖

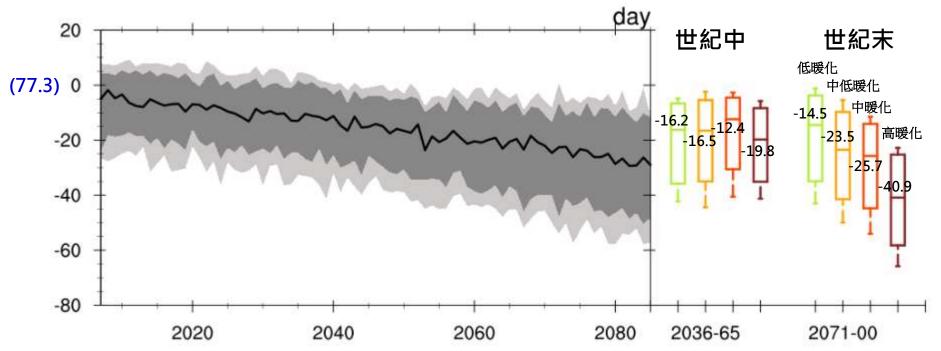


荔枝花芽分化研究案例-重要作物評估



17度C發生日數未來推估時間序列

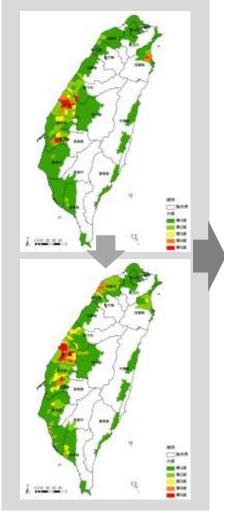
- 時間採每年11月中旬至隔年2月下旬,共110或111日
- 基期為1971至2000年,17度C以下發生日數為77.3日,約占期間之70%
- 2019年發生日數為49日,若對應模式趨勢,屬較極端之事件

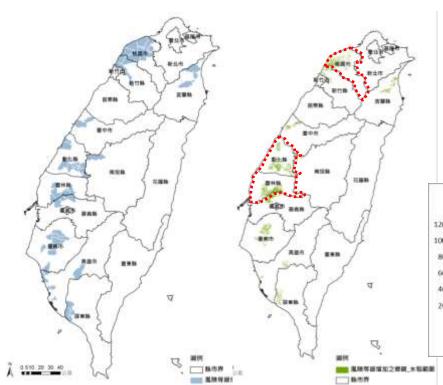


以淹水變化為例-氣候變遷風險圖

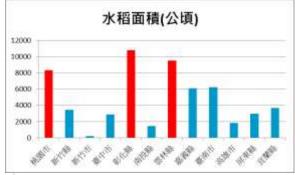


■ 世紀末下,降雨機率增加,淹水災害風險增加,主要增加在西半部地區。在風險等級增加的鄉鎮中,以桃園市、彰化縣及雲林縣影響的範圍最大。而高淹水災害風險的縣市主要位於彰化及嘉義縣。





	縣市	水稻面積(公頃)
1	彰化縣	10796
2	雲林縣	9515
3	桃園市	8335



風險等級增加之鄉鎮

影響之水稻範圍

讓氣候變遷調適從理論到實踐



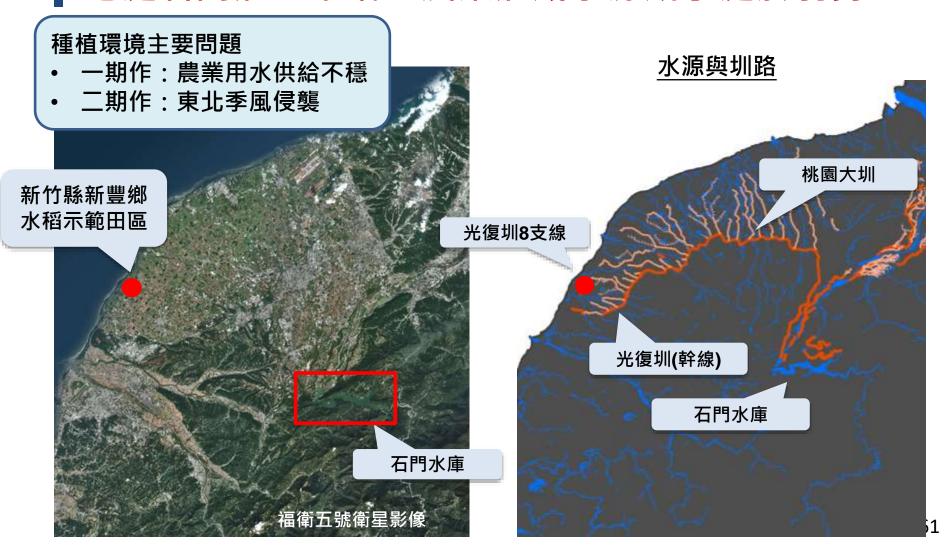
■ 科技部、農委會、產業 三方合作之調適行動



風頭水尾/新竹新豐



地處石門灌區末端,農業灌溉水源競爭處於弱勢



一期稻作:農民/政府遭遇之問題



休耕停灌

- 發生頻率愈來愈高
- 2002~2018已有7次停灌紀錄
- 水資源用水吃緊、同時農民生計受影響



- 因應氣候變遷,農委會推動108年水資源競用區一期稻作轉旱作試辦措施政策
 - 透過政策引導農民及早因應調整 耕作模式
 - 試辦區域:桃園、新竹、苗栗、 嘉義、臺南

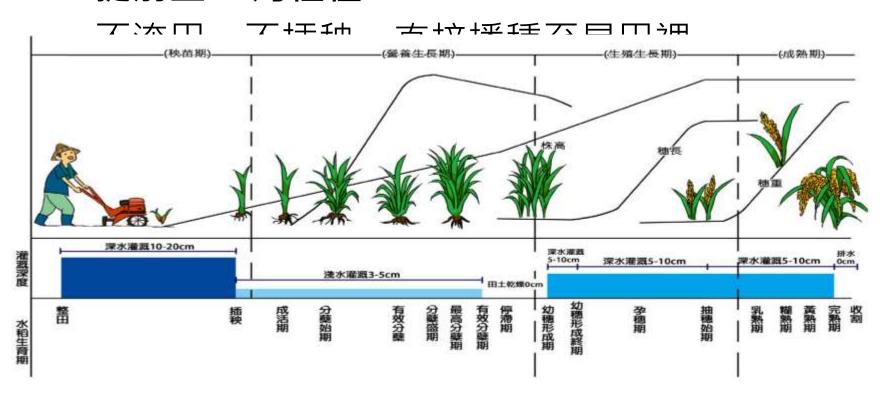


一期作因應乾旱:旱田直播



調適方法:旱田直播

- 解決北部一期作供水不穩(休耕)之調適方。
- 提前至12月種植



旱田直播原理與策略

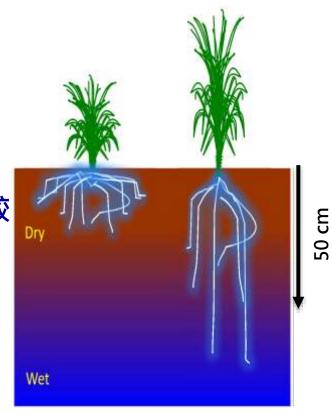


調適原理

• 強化根系發展

農民的策略

- 沿用原有慣行品種台南11號
- 稻種直播(省工、省錢、根系健全較成本)
- 前期省去灌水整田(省水)
- 調整播種期
- 作物輪替
- 打破犁底層
- 雨水灌溉,慣行灌溉輔佐(省工)



https://cgspace.cgiar.org/bitstream/han dle/10568/78748/ciatseminar20oct201 6sogawa.pdf?sequence=1

直播效益評估:節省前期整田用水



根據實際田間試驗用水量粗估

• 旱田直播前期節水約383噸/公頃

假設灌區全改採用旱田直播方式節水估計

- 石門灌區(22,677公頃):可省水約868萬噸
- 湖口灌區(3,801公頃):可省水約145萬噸
- 竹科一個月用水(約525萬噸)

單位:噸/公頃	2019一期作新豐鄉 整田期用水試驗量測值	
旱田直播	0	
慣行插秧	383	

一期作-傳統插秧與旱田直播比較



2019/1期作/公頃	傳統插秧	————————————————————— 旱田 直播	
種植前準備	約1個月育苗作業	3-5天種子前處理	
整地次數	3 次	2 次	
種植方式	機械插秧	機械播種	
株數	5-11株/穴	2-4顆/穴	
行株距	行距30公分 株距17-21公分	行距30公分	
除草	除草劑、機械除草	除草劑、機械除草	
肥料	有機肥、化學肥料	有機肥、化學肥料	
田間用水管理	續灌,配合各生育時期維持田 間固定水位高度	前期至三葉齡期間主要仰賴雨 水,後期依照慣行插秧方式	
成本	56,375 元	52,150 元	
整田期用水量	383 噸	0 噸	
產量	6,444 kg	5,897 kg	
預估收益	72,514 元	65,810 元	
生長日數	132天	187天	

調適手段效益評估:節省農作成本



2019一期生長栽培前期成本推估

- 不含農藥、肥料等資材成本
- · 旱田直播較慣行插秧省下11,400元/ha

慣行插秧(元/ha),		旱田直播(元/ha)	
3次整地	12,000	2次整地	8,000
播種	0	播種	4,000
種子處理	0	種子處理	3,500
種子	0	種子	1,350
插秧	7,500	插秧	0
秧苗	8,750	秧苗	0
成本	28,250	成本	16,850



END