

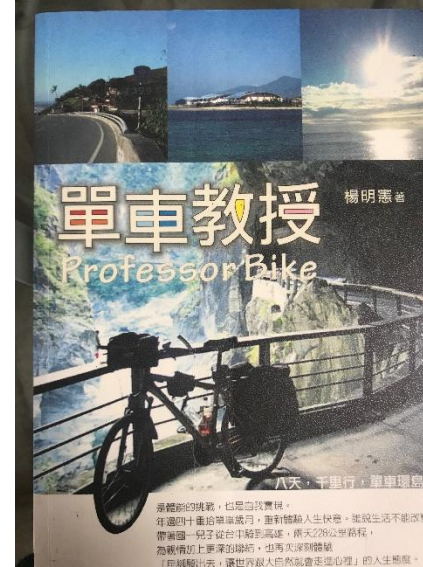
農田水利灌溉管理新進人員職能培訓班

氣候變遷對台灣地區 糧食安全之衝擊與因應對策

楊明憲



講者簡介：楊明憲



- 逢甲大學國貿系教授
- 臺灣大學農業經濟博士
- 美國賓州州立大學、日本早稻田大學訪問學者
- 現任財團法人農田水利人力發展中心董事、財團法人農業保險基金董事、全國農業金庫獨立董事
- 曾任彰化縣政府農業局局長、臺灣農村經濟學會理事長、農業信用保證基金董事、逢甲大學主任秘書

研究興趣：農業發展與政策、農業保險與保障、農產運銷與貿易、糧食安全與生產

andy20161221@gmail.com

LINE: 0932515687

大綱

- 糧食安全之重要性與危機
- 糧食自給率、糧食生產與影響因素
- 氣候變遷對農業之衝擊
- 強化糧食安全之因應對策



農田水利會改制與糧食安全

- **一、強化農田水利會功能，擴大對農民服務**

全國68萬公頃可供糧食生產之農地，尚有37萬公頃公頃農地**未納入農田水利會灌區管理**，為讓更多農民受惠，實有必要擴大農田水利會服務範圍，使政府投入資源發揮綜效。

- **二、建構國家水資源公共化管理體制**

農業水資源為公共財，由於氣候變遷，旱澇發生頻率增加，為契合農業新政策，**確保糧食安全**，透過系統化投資農田水利設施更新改善，**提升面對氣候變遷調適能力**，完善我國農業經營環境基礎建設。

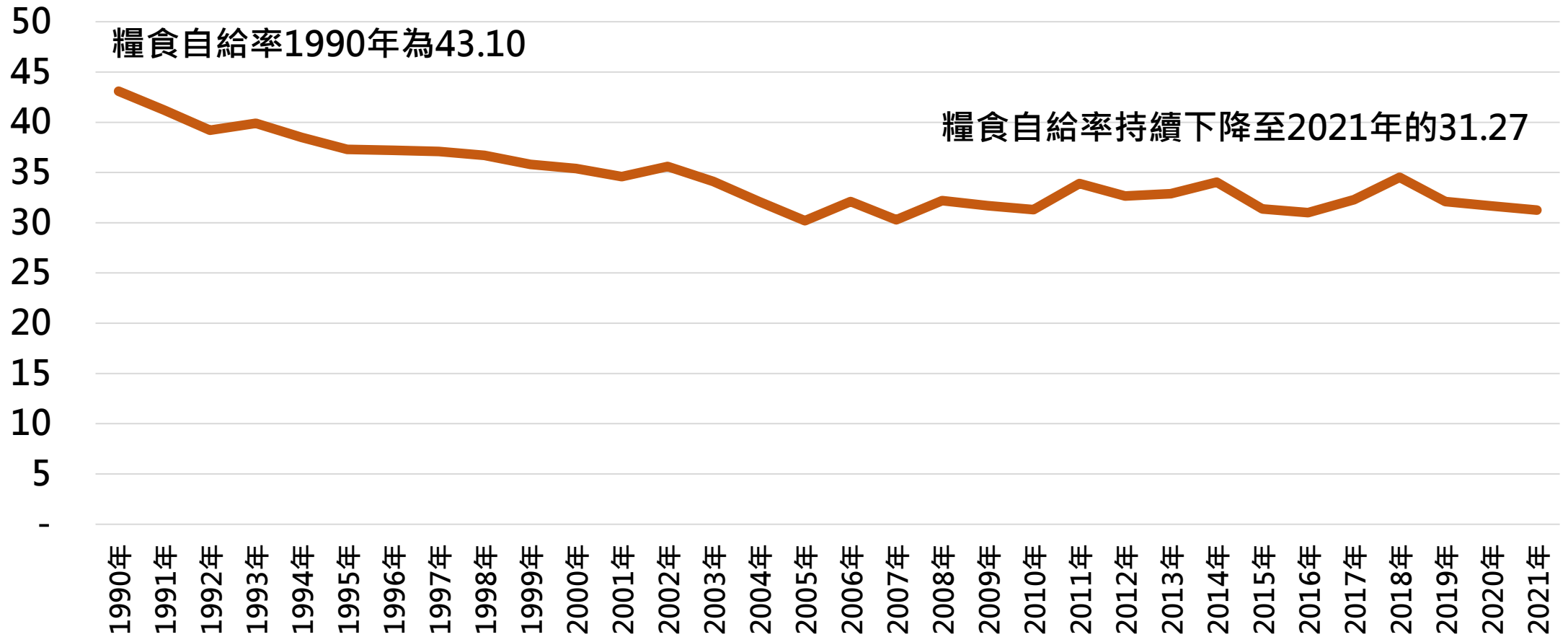
四大風險與糧食危機

- 現在世界各國都面臨疫情、戰爭、能源、氣候等四大風險，**如何維持糧食量足價穩**，是相當嚴峻的考驗。
- **疫情風險**：供應鏈斷鏈。
- **戰爭風險**：經濟制裁、出口管制。
- **能源風險**：石油危機與糧食危機之共伴效應。
- **氣候風險**：氣候變遷、極端氣候、全球暖化，為長期風險。

糧食安全與糧食自給

- 糧食安全為國家長期追求的目標。
- 糧食安全(food security)與食品安全(food safety)不同。
- 糧食安全的三大構面為：國內生產、國外進口、公私部門庫存。
- 糧食自給為最重要的構面：操之於己、不受於人。
- 任何國家只要能生產糧食，就不會放棄生產糧食的能力與機會。
- WTO強調自由貿易，但也尊重各國維護糧食安全的決心。
- 非貿易關切事項(Non-Trade Concerns, NTCs)：糧食安全、環境保護、鄉村發展。

歷年來我國糧食自給率(以所需熱量換算)



我國糧食生產與自給情形

- 稻米生產過剩、稻米自給率110%、安全存糧90萬噸。
- 大宗穀物(黃豆、小麥、玉米)高度依賴進口、穀物自給率2%
- 稻田休耕轉作、大糧倉計畫(推廣國產雜糧)。
- 糧食涵蓋五穀雜糧、蔬菜水果、畜禽肉類、水產、乳品、油脂、糖，以及薯類。以熱量計算的綜合糧食自給率在2021年為31.27%，為歷史新低。
- 肉類的自給率亦每下愈況，在2021年為76.5%，也較2001年的82.9%下降許多。
- 每人每年白米消費量43.03公斤、麵粉38.74公斤、肉類84.12公斤(豬肉35.42公斤、家禽40.77公斤)

糧食自給之影響因素

- 人類需要糧食，農業生產糧食，人類生存與生活離不開農業。
- 糧食生產要素：土地、勞動、資本(水利、資材、設施)
- 產量多寡與成本高低之影響因素：氣候、土壤、灌溉、技術、管理
- 土壤：肥沃貧瘠
- 灌溉：水利建設、旱澇、水質、水量、用水效率
- 技術：品種研發及改良、產期調節、機械化、自動化
- 管理：專兼業專、大小農、農企業、組織
- 氣候：颱風豪雨、風調雨順、氣候變遷

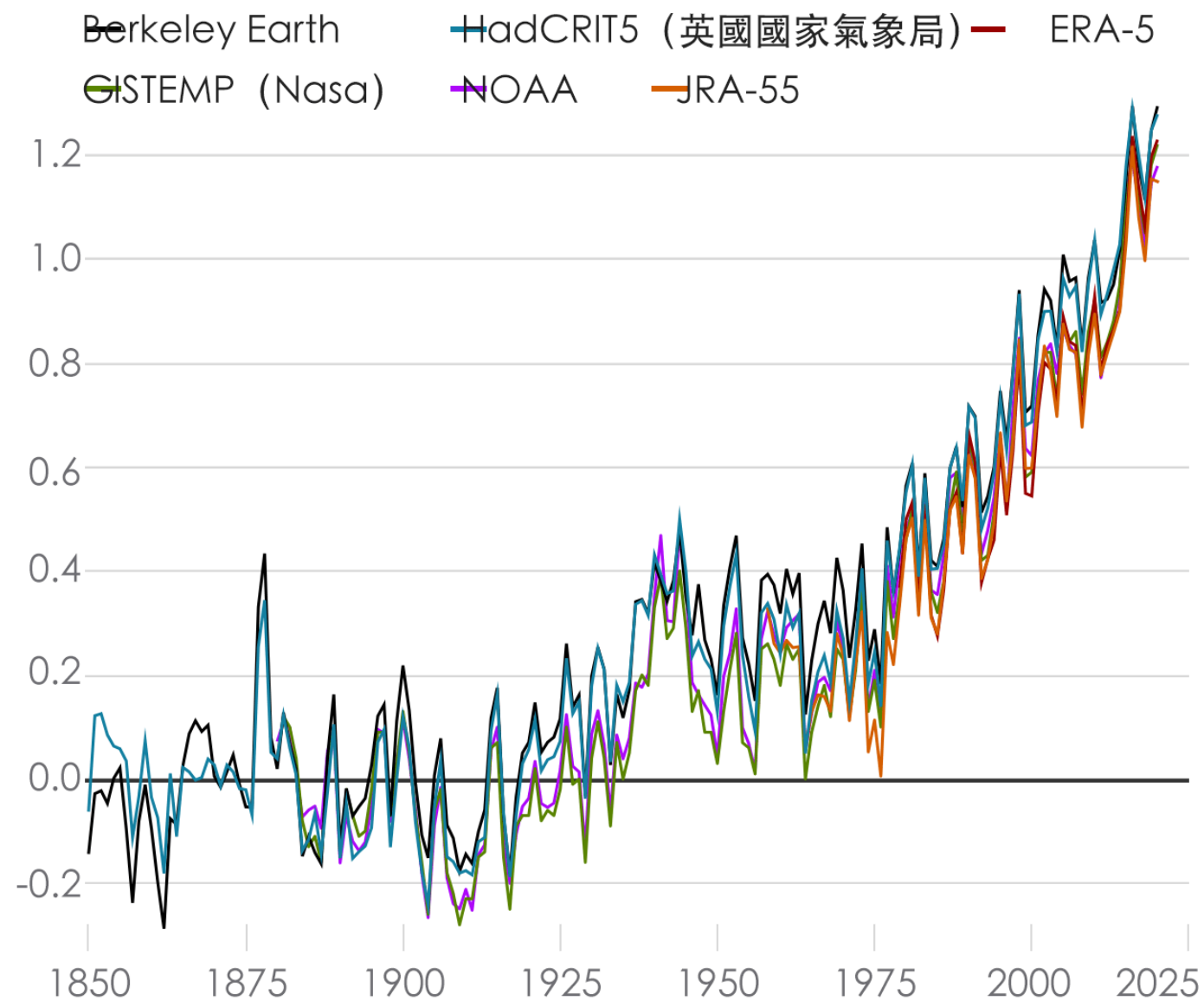
我們正見證：氣候變遷ing...

- 根據聯合國政府間氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)報告：全球氣候變遷現象已經明顯發生。
- 2040 年後全球平均溫度將上漲 1.5° C，而豐水年與枯水年的雨量差距倍增，旱澇交替更頻繁，降雨越來越極端；海平面上升則使得農業耕地淹沒，沿海土壤受鹽漬，可耕種面積逐漸減少。
- 球不斷發生改寫歷史紀錄的百年乾旱、豪雨、大火、颶風等極端氣候事件頻率大增。
- 主要的變遷現象包括溫室氣體排放持續增加、大氣組成持續改變、地球升溫、全球氣候運作模式改變。
- 氣候變遷造成全球水文循環改變，降雨與蒸發散的強度升高、降雨強度升高，且下雪的機會變少。
- 在溫度方面，地球升溫造成熱浪發生機會升高、部分地區將變得更加乾旱。
- 此外，熱帶氣旋發生的機會升高，可能造成更嚴重的生命財產損失；而全球海平面上升高，更可能因發暴潮、海水入侵與國土流失的嚴重問題。

全球暖化

自1850年以來氣溫逐漸升高

與工業化前水平相比，全球平均氣溫變化幅度， $^{\circ}\text{C}$

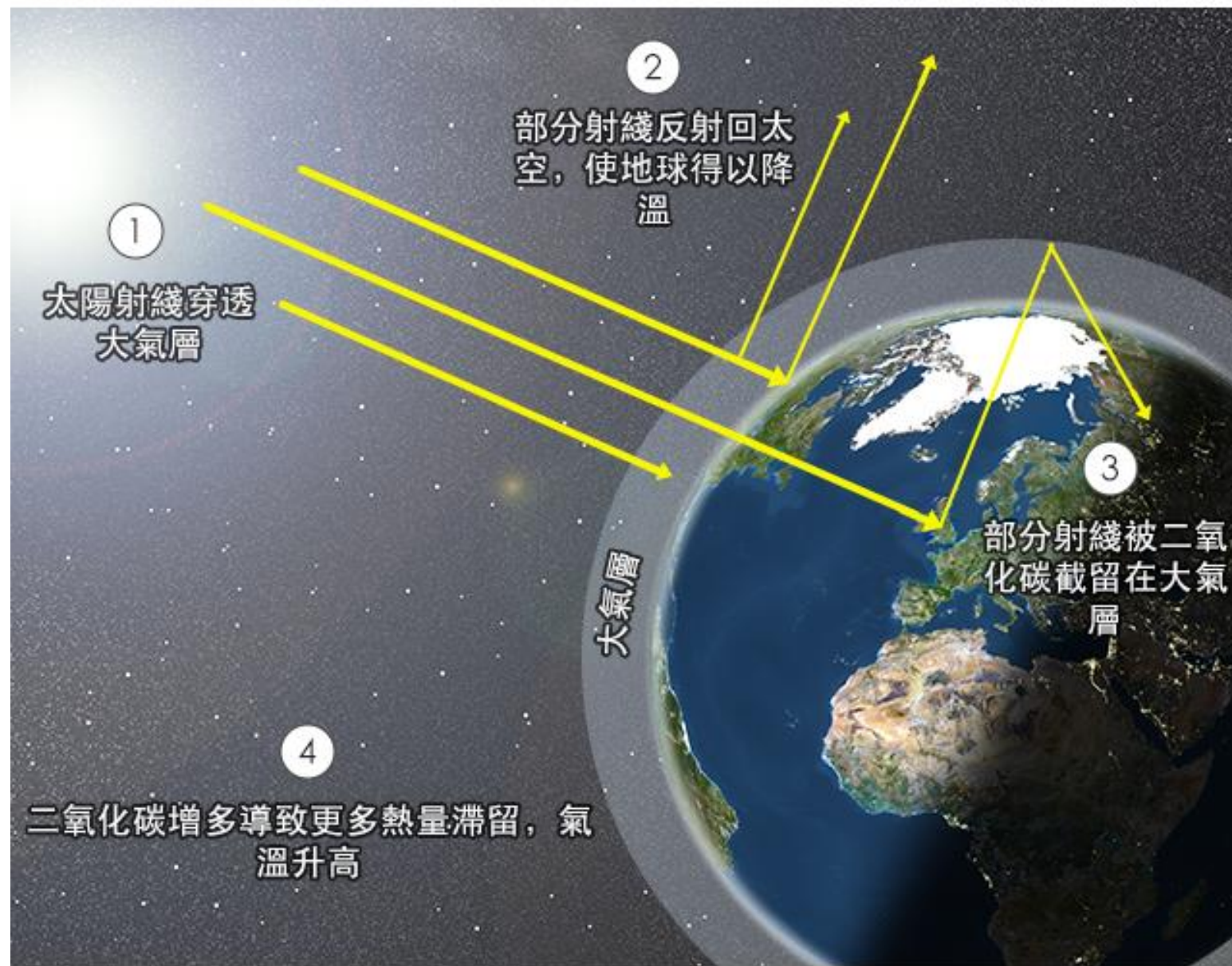


來源：英國國家氣象局

BBC

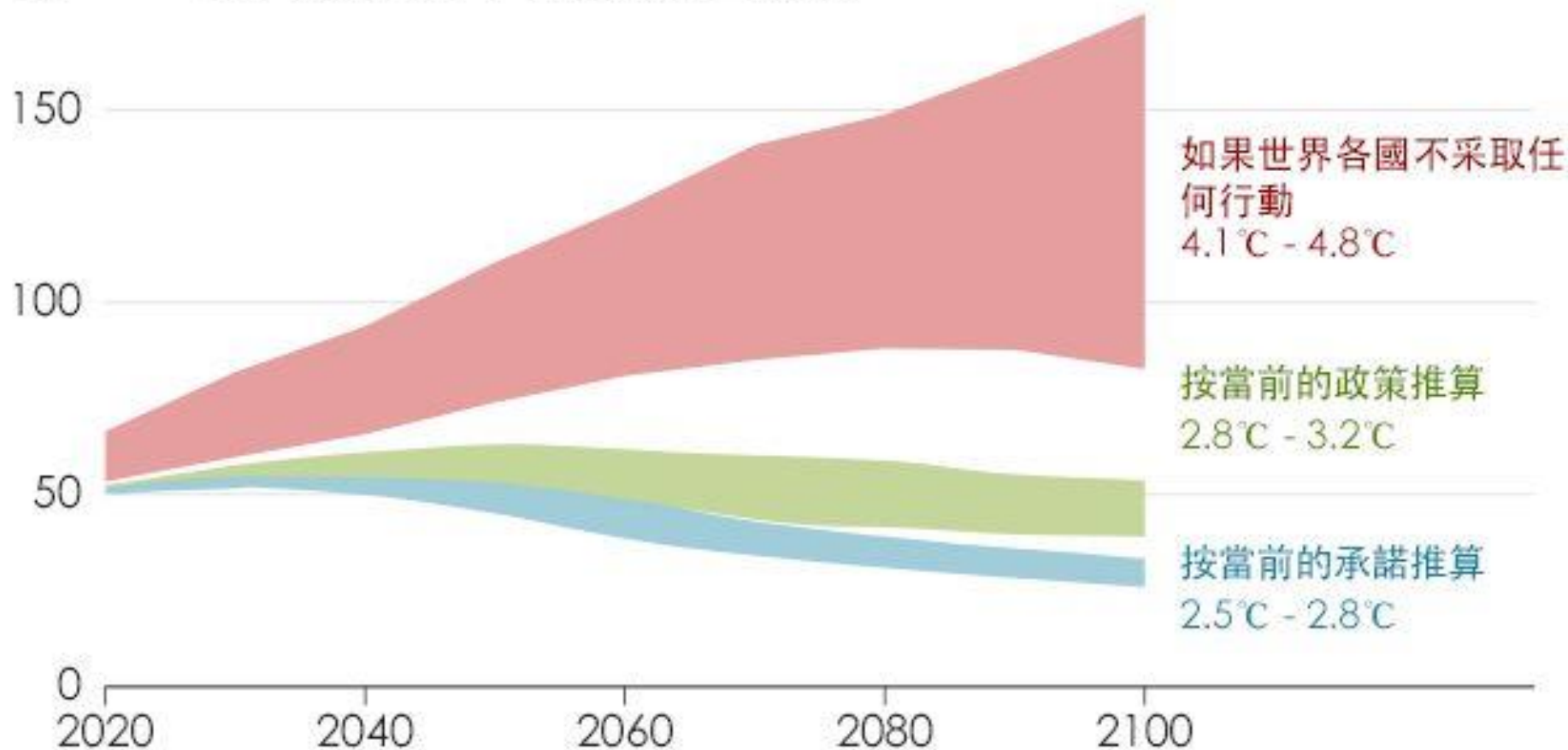
溫室效應 全球變暖

溫室氣體效應



碳排放 碳中和

情況會繼續惡化到什麼程度？
到2100年，碳排放*和氣候升溫預估



* 碳排放量是指相當于二氧化碳排放量，單位：十億噸

來源：Climate Action Tracker

BBC

台灣百年乾旱

- 2020年10月底前無颱風侵臺，是自1964年以來首次發生，且6-10月上旬各水庫集水區降雨量為歷史平均值2~6成，水情相當嚴峻。
- 2020年11月在稻作抽穗期宣布停灌，桃竹苗停灌區面積有1萬9千公頃，統計申請停灌補償面積有1萬4,084公頃，以稻作面積1萬913公頃最大，占比77.5%，其他作物面積3,171公頃，占比22.5%。
- 2021年1期嘉南地區曾文-烏山頭水庫灌區1.9萬公頃農田實施停灌補償措施。
- 2021年上半年臺灣發生旱災缺水危機，導致各地區進入不同程度的減壓供水、限水、停耕、歇業等情況，此為自1947年以來最嚴重乾旱、又被稱作「百年大旱」。農業產物估計損失計8億7,473萬元。
- 2022年嘉南地區下半年降雨量僅為歷年同期的四成，經濟部在12月9日宣布嘉南地區明年一期作停灌，農委會則將提供補償給農民、育苗、代耕、稻穀烘乾業者以及良質米集團產區，農民最高每公頃可領9.6萬元，代耕農機最高救助金額為20萬元。
- 2023年上半年臺灣南部乾旱、嘉南平原1.9萬公頃水稻停灌休耕
- 臺灣受氣候變遷的影響，雖然年總雨量沒有明顯變化，但降雨型態趨向極端化，乾季變長，瞬間強降雨的規模則愈來愈大。

重大農業災害產物估計損失：颱風

災害別	合計	農作物	畜產	漁產	林產
颱風					
105年7月相繼的尼伯特、莫蘭蒂、梅姬颱風	18,411,548	16,929,138	57,936	105,192	1,319,283
85年8月賀伯颱風	18,543,463	14,779,276	467,235	2,430,296	866,656
98年8月莫拉克颱風	19,081,502	10,109,283	1,551,051	4,314,333	3,106,835
104年8月蘇迪勒颱風	9,981,659	9,673,773	21,695	229,633	56,558
96年10月柯羅莎颱風	7,642,586	7,576,684	7,974	42,141	15,787
94年7月海棠颱風	7,592,991	6,678,433	74,110	634,321	206,127
99年9月凡那比颱風	7,529,266	6,544,674	181,010	768,954	34,628
87年10月瑞伯颱風	6,669,671	6,168,219	25,445	451,635	24,372
97年9月薔蜜颱風	6,421,790	6,328,303	8,266	81,886	3,335
89年8月碧利斯颱風	6,119,063	5,719,063	76,783	140,381	182,836

重大農業災害產物估計損失：豪雨、寒害、乾旱

災害別	合計	農作物	畜產	漁產	林產
豪雨					
110年8月上旬西南氣流豪雨	9,439,716	8,817,946	2,251	619,076	443
94年6月豪雨	4,846,084	3,648,782	219,416	962,763	15,123
107年0823熱帶低壓水災	3,453,766	2,765,547	176,562	510,714	943
100年11月豪雨	2,368,718	2,368,718	0	0	0
102年4月霪雨	2,305,494	2,305,494	0	0	0
95年5月豪雨(0609水災)	2,231,320	2,204,480	20,261	4,850	1,729
106年0601豪雨	2,209,991	2,193,939	8,114	5,641	2,297
108年0812豪雨	1,951,663	1,951,203	460	0	0
寒害					
105年1月寒流	10,840,267	4,207,867	897	6,631,498	6
88年12月寒害	3,143,387	1,930,372	0	1,213,015	0
94年1~3月低溫	2,817,382	2,670,357	0	147,025	0
乾旱					
110年3~5月高溫乾旱	5,133,690	5,080,868	0	0	52,822
108年1-2月旱災等	4,727,197	4,727,197	0	0	0
85年7月乾旱	452,313	452,313	0	0	0

氣候變遷對農業之影響(1/4)

- 溫度及降雨量的改變，會改變土地的耕作適合度及作物生長。
- 較少的寒流及冰凍期，會增加某些害蟲或是疾病載體的生存範圍，並且使得他們能很快形成族群，達到危害的程度。
- 因為降雨量減少及高溫的關係，熱帶森林的面積及產量會減少，生物多樣性也會減少。
- 暖化會使3,300公尺以上之樹木族群，熱帶型雲霧森林及對環境溫度要求較嚴格之森林面積迅速衰退。
- 中緯度大陸內部，夏季乾旱發生次數大增，造成森林大火的發生機率增加。

氣候變遷對農業之影響(2/4)

- **降水型態改變**，原降雨季節不下雨，原少雨季節大量降雨，造成災害。
- 長期乾旱可能造成森林大火，**影響碳吸存與水源涵養功能**。
- 氣候暖化使**花卉開花時序改變**，增加花農調節產期成本。
- 降雨量不足會造成農作物缺水，降雨量過大會破壞作物外觀與品質。
- 二氧化碳濃度增高導致植物體中**碳氮比上升**，**易受病蟲害感染**。
- 因氣候異常，**二期稻作在高溫多濕情況下好發紋枯病**。
- **氣候變遷導致蜜蜂大量死亡**，影響每年蜜蜂產值約10億元，間接影響之農作物產值約500億元。
- 原危害東南亞**稻作的褐飛蝨**，會隨著暖化侵入台灣，影響農民生計。

氣候變遷對農業之影響(3/4)

- 在中緯度及南緯度的珊瑚，因為**高溫使得珊瑚白化及死亡**，因此損害重要的漁類繁殖場所。
- 水溫度升高，矽藻大量增生，引起九孔等幼苗脫落，養殖漁業將受衝擊。
- 伴隨溫室效應而來的海水均溫升高，洄游性魚類如烏魚之產量將減少，影響依靠洄游性漁業維生之國家。
- 海洄游性魚類如烏魚等因水溫變暖，不再南下，導致我國主權水域捕獲量降低。
- 養殖漁業的罹病率與死亡率提高，漁產品價格波動幅度加劇。
- **海平面上升，造成洪水及海水倒灌、土地流失**，並且損害紅樹林沼澤及魚類產卵地。
- 暖化造成海平面上升，而使我國海岸線退縮，威脅近海相關農業發展。
- 海洋生物多樣性遭受破壞，生命週期短之魚類成為漁業主體，**漁業資源更加脆弱**。
- 極端氣候所造成的颱風、暴雨引發土石流及汙染物，**嚴重影響沿岸之海域**。

氣候變遷對農業之影響(4/4)

- 家畜承受更多的熱壓力，產量減少；降雨量減少，更加減少草料及飼料生產。
- 高溫帶來高風速，造成颶風的發生；高風侵蝕及沙塵暴，會危害植物生長，並使家畜窒息。
- 牧草之產量、品質受到病蟲害等影響，生產成本提高，原料價格的波動會影響到飼料業者的供貨情形。
- 氣溫上升會造成動物之熱緊迫，採食量下降、生長緩慢，甚至可能造成死量，增加農民負擔。
- 因氣溫上升，牛奶產量銳減價格高漲，許多家庭都受到波及，尤其哺育嬰幼兒的家庭，或需用到牛乳之冰品飲料業者影響最大。

氣候變遷對糧食生產之衝擊

- 氣候變遷造成全球整體農地減少，水資源短缺，農產品價格波動加大，極端氣候帶來的災害損失益發嚴重，對農業帶來極大的挑戰。
- 氣候變遷會對於開發中國家主要糧食作物減產最為明顯。
- 氣候變遷會對於各不同區域的灌溉作物生產造成不同的減產衝擊。
- 氣候變遷會造成糧食價格升高，受影響的作物包括稻米、小麥、大麥、黃豆等主要作物，同時也會引起飼料價格高漲，肉品的價格也會受到影響。
- 極端氣候發生的頻率將會增加，嚴重性也會增強，進而影響全球的糧食生產與供應的穩定性。
- 放眼未來全球人口增長而糧食供給短缺的可能性，氣候變遷現象被預期將陷數以百萬計民眾於饑餓風險，更將使得氣候變遷與糧食安全兩項議題密不可分。

我國農業為淨零排放的努力

- 隨著國際趨勢針對氣候變遷所宣示的2050年達成「淨零排放 (Net Zero) 」目標，我國政府從2013年起開始「國家氣候變遷調適行動四年期計畫」。
- 台灣為加緊腳步，以2040年提前達成國際「2050淨零排放目標」
- 農委會身為中央農業主管單位，在達成國家淨零目標責無旁貸，率先中央各部會於2021年9月成立「氣候變遷調適及淨零排放專案辦公室」（以下簡稱農業淨零辦公室）以統籌規劃農業部門因應氣候變遷調適政策與路徑。
- 農委會綜整為減量、增匯、循環、綠趨勢等4大議題主軸及具體策略措施，

我國農業為淨零排放的努力

減量	增匯	循環	綠趨勢
1-1 全面建立農業生產碳排資訊/農糧署	2-1 增加森林面積/林務局	3-1 農業剩餘資源材料化與 加值再利用/畜牧處	4-1 建構能源自主農漁村/水保局
1-2 建立低碳農糧生產模式/農糧署	2-2 加強森林碳匯經營管理/林務局	3-2 推動農業跨域循環場域/科技處	4-2 推動農業部門有效碳定價及碳權交易制度/淨零辦公室
1-3 建立低碳畜禽生產模式/畜牧處	2-3 提高國產材利用/林務局	3-3 推動農業循環技術科技研發/科技處	4-3 推動農業綠色金融及綠色消費/農金局
1-4 建立低碳漁業生產模式/漁業署	2-4 強化土壤管理方式/農試所		4-4 強化綠趨勢相關技術科技研發能量/科技處
1-5 強化減量相關科技研發能量，佈局中長程減量策略/科技處	2-5 建構負碳農法/農糧署		
	2-6 強化海洋及濕地碳匯管理/漁業署		
	2-7 強化碳匯相關技術科技研發能量/ 科技處		

強化糧食安全之因應對策

一、農業面對氣候變遷之基本因應策略

(一)減緩；(二)調適

二、保障糧食安全之基本因應策略

(一)分散進口來源；(二)加強公私庫存；(三)強化自給能力

三、提高糧食自給之基本因應策略

(一)替代進口；(二)替代消費

四、強化糧食自給之行動方案

(一)調整生產降低衝擊與風險

(二)維護農地、保護農業、保障糧食生產能力

(三)農地資源利用的規劃與管理

(四)需求導向

農業面對氣候變遷之基本因應策略

1. 減緩(mitigation)：溫室氣體排放減量、吸附、貯存。
2. 調適(adaptation)：發展新品種新技術順應趨勢。
 - 農業淨零排放策略四大主軸：減量、增碳匯、循環、綠趨勢
 - 研發抗逆境品種：耐熱、耐旱、抗白葉枯病、基因改造、基因編輯
 - 技術進步：設施農業、智慧農業、精準農業、韌性農業
 - 風險管理：農業保險、預警系統、農民自主性防災能力

保障糧食安全之基本因應策略

- 面對氣候變遷的情勢下，糧食安全已成為全世界各國共同關心的議題。
- 加上能源危機、新冠肺炎疫情及俄烏戰爭，導致國際糧價暴漲及糧食出口國管制出口的不安經驗。
- 依糧食安全三大構面之基本策略：
 1. 分散進口來源：分散地區與時間、掌握供應鏈每一環節
 2. 加強公私庫存：掌握庫存資訊，建立動態庫存機制、機動調度
 3. 提高糧食自給：強化糧食自給能力

提高糧食自給之基本因應策略

- **基本因應策略：替代進口、替代消費。**
- **替代進口：**擴大國產雜糧種植面積(硬質玉米、小麥、黃豆)。「大糧倉計畫」只規劃於北部2期稻作低產區、中部沿海再生稻區、彰雲嘉高鐵沿線及地層下陷區、南部雙期稻作區等，可再配合灌區輪灌政策擴大推動範圍，農委會已設定5萬公頃的飼料玉米種植目標，依估算約可提供我國1個月畜產所需。
- **替代消費：**(1)**肥料投入替代：**即以循環經濟堆肥替代化肥、禾豆科輪作減少肥料使用；(2)**生產使用替代：**以飼料米(台中秈17號)、甘藷(台農57號)來替代飼料玉米使用；(3)**消費型態替代：**米穀粉替代麵粉、米食替代麵食、蔬食替代葷食。
- **平衡生產結構：**提高大宗穀物自給率，同時解決稻米生產過剩問題。

強化糧食自給之行動方案一

(一)調整生產降低衝擊與風險

1. 種類多元化：種植作物與飼養家畜的種類多樣化，以降低氣候變遷衝擊並分散風險。
2. 改變生產區位及作物種類：以避免灌溉水資源不足的問題。
3. 運用休耕與輪作為因應乾旱與高溫季節的調節機制：旱季時鼓勵種植旱雜作，雨季時鼓勵種植水稻及水生植物，以發揮蓄水及補注地下水功能。
4. 調整耕作栽培時間：調整整地、播種、施灌與收割等等作業的時間點，以避免高溫、乾旱或大雨對於作物之損害。
5. 研發新品種：研發耐熱、耐旱作物、加強抗逆境種原蒐集及評估其適應性。
6. 避免在邊際土地進行農業耕作：以避免土壤流失與自然災害之發生。
7. 改變農地地貌：以階梯式農田、多樣性農地結構、蓄水池、地下水補注區等地貌型態，增加水資源利用效率、降低土壤流失、緩和洪害。

強化糧食自給之行動方案二

(二)維護農地、保護農業、保障糧食生產能力

1. 全台農地280萬公頃中，扣除大量的林務用地後，**實際可供糧食生產的土地僅68萬公頃。**
2. 68萬公頃=農糧用地47萬公頃+養殖魚塭用地4萬公頃+畜牧用地1萬公頃+「潛在可供使用」(含廢耕)的農地15萬公頃。
3. 全國68萬公頃可供糧食生產之農地，尚有37萬公頃公頃農地未納入農田水利會灌區管理
4. 為提供國人基本熱量需求(2000~2100大卡)，**國內農地需求總量面積約74萬至81萬公頃**，估計可維持糧食自給率40%。
5. **國內有必要維持農作物生產面積與生產能力，以因應可能發生的糧食危機。**
6. 我國農地資源管理的相關政策應強調保護優良農地維護、休耕農地活化、農村社區發展等重要項目，以維護我國農地資源的生產潛力及確保糧食供應安全。

強化糧食自給之行動方案三

(三)農地資源利用的規劃與管理

1. **彈性利用**：調整糧食與非糧食生產。農地利用方式應該採用彈性的機制，保留足夠緩衝農地，於平時非用作糧食生產使用(例如栽種短期的花卉景觀作物、綠肥作物)，並且設計迅速回復糧食生產的調整機制，以因應國際糧食危機發生。
2. **休耕活化**：休耕田亦可作為許多新品種的試驗田，或是基於糧食安全設置生產專區，可視為具有動態庫藏的功能。
3. **戰備復耕**：盤點休耕農地的復耕條件，包括農民耕種意願、農業基礎設施、農地堪用狀況等，以便可以立即投入稻米增產的行列，也要使休耕農地必須隨時處於可耕種的戰備狀態。

強化糧食自給之行動方案四

(四)需求導向

- **糧食短缺**：生產太少、消費太多
- **糧食耗損與浪費**：台灣平均每人每年產生 96 公斤廚餘，而平均每人每年可獲得 567 公斤糧食供應量，表示有 17% 的糧食耗損與丟棄。
- **循環經濟**：台灣一年農業廢棄物約高達 462 萬公噸，禽畜糞便、果皮、菜渣、稻桿、太空包、疏果、疏枝，皆可變成能源、肥料，或加工品。
- **食農教育**：地產地消、吃在地食當季、身土不二、食物哩程、F2F(從農場到餐桌)。

結語



- 每個人都無法逃避氣候變遷，但每個人也都需要糧食維持生存。
- 氣候變遷造成農業生產衝擊，使得糧食安全面臨不確定性的未來。
- 糧食安全係由進口、庫存及國內生產所構成，但進口並不可靠。
- 我們正面對疫情、戰爭、能源及氣候變遷之風險。
- 除要減緩氣候變遷之衝擊外，也要調適氣候變遷之趨勢，確保糧食安全無虞，強化糧食自給能力，務使糧食量足價穩。
- 糧食安全是國家安全的一環，也是社會安定的基石，需要我們一起關心、共同努力。