

# 氣候變遷農業部門調適 追蹤架構與衡量指標

撰文/孫智麗

2021年聯合國跨政府氣候變遷委員會(IPCC)發表第6次評估報告(AR6)已明確提出,未來全球將面臨暖化與水資源循環變異的問題,對於農業生產環境勢必有明顯影響。全球在2040年將升溫攝氏1.5至2.0度,對於臺灣所受衝擊,包含降雨型態改變、海平面上升、極端氣候發生頻率及極強度增加等,都會比其他地區國家更大。氣候變遷現象越趨頻繁與明顯,農業生產可能減少、品質下降、危及糧食安全,生態系原有棲地可能受影響,造成生物多樣性流失等衝擊。臺灣永續發展要因應的挑戰,除了已升溫1.6度、可用水資源短少,還有季節異常與極端暴雨災變,還要兼顧糧食安全與能源安全之競合發展。

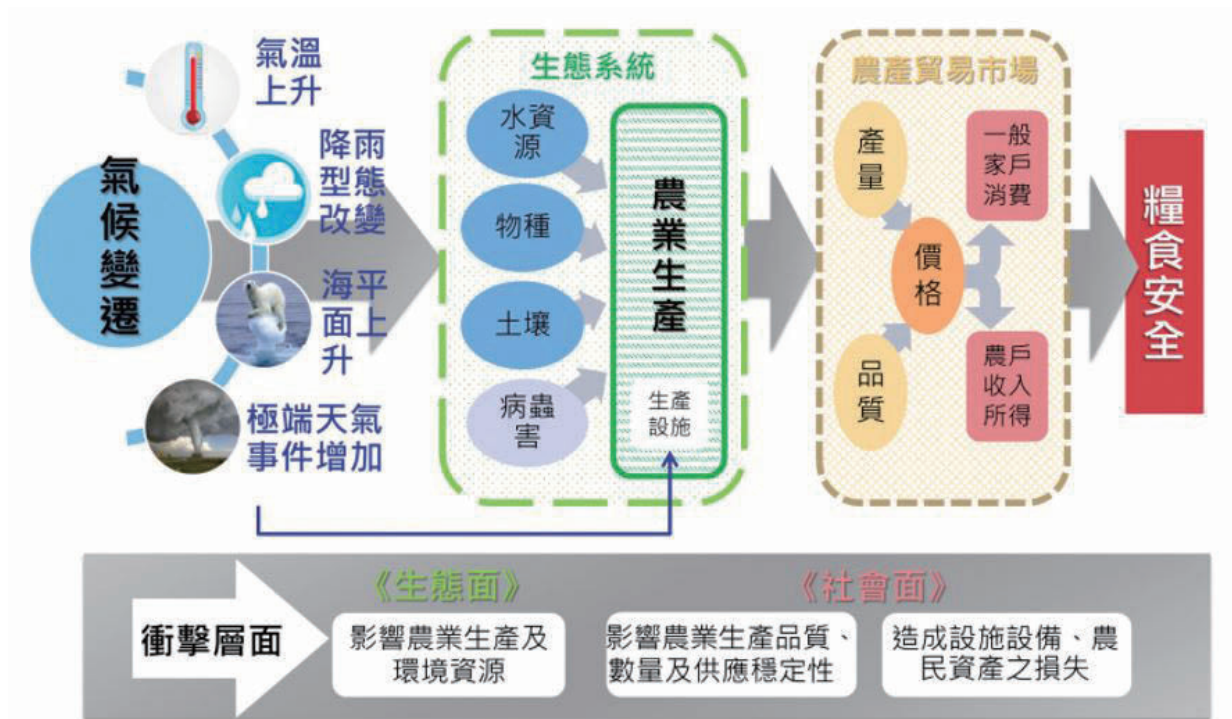
## 臺灣農業永續發展之挑戰

臺灣屬海島型國家,相較全球面對氣候變遷更嚴峻之影響,我國的海平面上升速度是全球平均的2倍。根據中研院環境變遷研究中心(2021),在1911年~2020年間臺灣全年平均氣溫已上升1.6°C,且近30年有加速增溫的趨勢。臺灣的夏季已由90天增長到約120~150天,冬季則由90天縮減20~40天,縮短將近一半。在全球暖化最劣情境下,在2050年台灣年均溫增溫可達1.8°C,若以目前的趨勢推估,本世紀末以前台灣的夏季長度將增長到210天,而冬季日數可能會在2060年過後歸零(沒有冬天);而2050年極端暴雨增強約為20%、2100年則會增加41%。

氣候變遷所造成的災害已經在發生,而且愈來愈頻繁,農業方面過去主要是寒流與颱風造成農損較多,但近年卻發生數次高溫導致的農損。氣候變遷導致季節異常與極端天災等問題直接衝擊農業生產及農民收入,更可能危及糧食安全(圖一)。農業部門如何透過淨零排放相關之積極作為,達到氣候變遷治標效果,是刻不容緩應加以重視的議題,須投入大量且充足之資源以開發相應技術並研擬推動相關政策輔導措施。

我國農委會所屬之農、林、漁、畜研發單位針對氣候變遷啟動不同階段之因應研究與技術推廣,協助農民面對嚴峻的氣候變化仍保有穩定生產。農委會自2020年起推動「因應氣候變遷之韌性農業體系研究」計畫,整合農、林、漁、畜科技研發能量,投入農業調適技術之開發已有成果,將逐步推廣產業應用。

農委會2021年計畫亮點成果包括:運用氣象預測圖資透過科學方法,以模擬氣候變遷對農業生產的衝擊情境,剖析未來農業的變化,並分析2030、2040及2050年對產業的影響,提出產業調適之目標。另一方面,以氣溫上升1.5°C、農業可用水資源減少10%、災變天候增加等三大核心情境研發調適技術,應用目標包括重要農糧作物,如水稻、茶樹及敏感性果樹、蔬菜品項;林業則是針對防風林於強風危害下,開發監測技術提供調適管理資訊;水產部分則是優先建立養殖業面對強降雨之調適作為;



資料來源：韌性農業計畫成果暨資訊交流平台。

圖一 氣候變遷對農業之影響

畜產則以強化改善畜禽環境，以減少乳牛、肉牛及鵝之動物熱緊迫問題等，都已經導入科研量能，開發穩定生產的技術。

氣候變遷是全球面對的問題，尤其農業生產環境與氣候息息相關，農業肩負糧食安全與生態維護的功能，更應及早研擬因應，並落實應用於產業生產與應變，才能為後代子孫維護農業生存的環境。農委會建置「韌性農業計畫成果暨資訊交流平台」已發表各項產業的系列主題：包括建置糧食安全及風險指標、農業生產逆境與有害生物發生之調適、農業氣象資訊加值與生產環境評估等科研成果影片，以讓全民瞭解，為打造韌性農業體系，農委會的科研試驗機構所推出的方法與應用成果，期降低農業災損、穩定農產品供給及品質，減緩氣候變遷的衝擊。

## 農委會推動農產業保險

因全球暖化造成氣候環境之劇烈變遷，天然災害發生之強度及頻率不斷增加，使農業生產之風險增加，依賴政府預算支應的災害救助已不足以保障農民的收益及財產安全。農委會農糧署推動農產業保險，藉由保險機制，降低農民因農糧產物遭受天然災害所產生之損失及維持穩定收益，並分散農民風險。我國農糧產業，已開辦實損實賠型（梨、香蕉植株及農業設施）、政府災助連結型（梨及芒果）、收入保障型（釋迦及香蕉）、區域收穫型（水稻、芒果及鳳梨）及氣象指數型（梨、蓮霧、木瓜、柚、甜柿、番石榴、荔枝、棗、柑橘、西瓜及養蜂）等保單（表一）。

表一 我國農糧產業已開辦保單列表

品項	農業保單
梨	梨參數型保險
	高接梨穗寒害損失附加保險
	梨政府災助連結型主險
	梨實損實賠型主險
芒果	梨保險
	區域收穫型-屏東
	區域收穫型-臺南
	政府災助連結型
水稻	芒果保險(屏東)
	芒果保險(臺南)
	區域收穫型
	水稻保險
釋迦	收入保障型
農業設施	農業設施颱風洪水保險
	農業設施保險
蓮霧	颱風風速及降水量型主險
	溫度參數附加保險
	蓮霧保險
木瓜	風速及降雨量參數木瓜保險(臺南、屏東)
	高雄地區風速及降雨量參數木瓜保險
	木瓜保險
鳳梨	區域收穫型-屏東
	鳳梨保險
柚	風速參數柚保險
	柚保險(宜蘭)
	柚保險(花蓮)
	柚保險(雲林)
	柚保險(臺南)

(待續)

表一 我國農糧產業已開辦保單列表

品項	農業保單
香蕉	收入保障型-香蕉保險
	實損實賠型-香蕉植株保險
	香蕉植株保險
	香蕉收入保險
甜柿	颱風風速及降水量參數甜柿保險
	甜柿保險(臺中)
番石榴	番石榴農作保險-颱風風速及降雨量參數型
	番石榴保險
荔枝	溫度及降水量參數荔枝保險
	荔枝保險(臺中)
	荔枝保險(南投)
	荔枝保險(高雄大樹)
棗	荔枝保險(高雄旗山、杉林、內門)
	颱風風速參數棗保險
	風速參數柑橘保險
柑橘	柑橘保險(新竹)
	柑橘保險(苗栗)
	柑橘保險(臺中)
養蜂產業	溫度及降水量參數型
	養蜂產業保險
西瓜	降水量參數西瓜保險
	西瓜保險

資料來源：行政院農業委員會農糧署。

## 建立氣候變遷農業調適追蹤架構及衡量指標

氣候變遷農業調適方案須訂定相關對應指標以利評估，在基準值的基礎上應進行質化與量化的比較與分析。衡量指標應依國家農業調適方案與措施進行分項規劃，其中也須考量數據資料的可取得

性、格式等。相關指標可藉由盤點農業調適方案既有的指標、氣候變遷相關指標，以及考量國家特定調適方案、農業政策與計畫的成果架構來建構。本文建議我國可參考聯合國糧農組織 (FAO) 建立氣候變遷農業調適追蹤架構 (表二)，以及氣候變遷農業部門調適追蹤架構國家層級之主要指標及子項指標 (附表)。

關於臺灣面臨氣候變遷對於農業部門之影響評估，建議依海平面上升或可耕地面積減少 (氣溫上升 2.0°C)、降雨量變化加劇 (極端暴雨增強 20%)、季節異常 (夏季天數增長一倍、冬季天數縮短一半) 等重新設定三大情境，評估對於農、林、漁、畜之衝擊並建立部門別調適策略，導入跨機關合作與開發技術，以因應氣候變遷環境暖化、強化農業生產韌性、維護糧食安全之發展挑戰。

AgBIO

孫智麗 台灣經濟研究院 生物科技產業研究中心 主任

表二 FAO氣候變遷農業調適追蹤架構之主要構面與子項類別指標

主要構面	子項類別
自然資源和生態系統	1 優質農業水資源的可用性與可獲取性
	2 優質農業用地與森林的可用性與可獲取性
	3 生態系統的狀況與其功能
	4 農業遺傳資源多樣性的狀況
農業生產系統	1 農業生產與生產力
	2 農業生產系統的永續管理
	3 農業生產與生計受極端天氣與氣候事件的影響
	4 氣候變遷對農作物、畜牧、漁業、水產養殖業和林業的預期影響
社會經濟發展	1 糧食安全與營養
	2 基礎設施與輔導體系
	3 在農村地區獲得信貸、保險和社會安全網
	4 農業加值，所得和生計多樣化
制度與政策	1 制度與技術支援服務
	2 執行能力和利害關係人意識
	3 將氣候變遷調適優先事項納入農業政策
	4 調適和風險管理之財務規劃

資料來源：修正自聯合國FAO及UNDP (2019)。

[附表] 氣候變遷農業部門調適追蹤體系  
FAO(2017)國家層級之主要指標及子項指標

(一) 自然資源和生態系統類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
1. 農業部門之優質農業水資源的可用性與可獲取性	缺水量/淡水抽取量佔可用淡水資源的比例	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	年平均降雨量/潛在蒸散量 (P/PE) 比	比例	WDI/FAO	結果	X	X	X	X	X
	週遭水質良好的水體比例	%	UNEP(環境監測系統/水方案)/ SDGs	結果	X	X	X	X	X
	人均可再生內部淡水資源	立方公尺	FAO	結果	X	X	X	X	X
	地方層級存在可運作機制，以在缺水/乾旱期間為農業獲取充足的水資源	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
2. 優質農業用地與森林的可用性與可獲取性	農業人口人均可耕地和林地	公頃	UNCCD/ SDGs	結果	X	X			X
	退化土地佔土地總面積的百分比	%	FAO/UNEP/ UNCCD	結果	X	X			
	擁有耕地的農業人口比例	%	FAOSTAT	結果	X	X			
	地方層級存在可運作機制，以確保獲得農業用地、森林和漁業資源	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	擁有農業用地保障權利的人口佔農業總人口百分比 (按性別劃分)	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	女性在所有農地所有者或權利持有者中所佔的比例(按土地使用權類型劃分)	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	各國透過法律/監管措施/體制框架實施認可和保護小規模漁業之准入權的進展	定性	FAO/SDGs	過程			X	X	
3. 生態系統狀況及其功能	森林面積佔土地總面積的比例	%	FAO/SDGs	結果					X
	山地綠化指數	指標	FAO/SDGs	結果					X
	森林生物多樣性重要地點的保護區覆蓋率	%	IUCN/SDGs	結果					X
	森林成長和生產力	-	FRA/NFMA	結果					X
	旱地農業生態系統 (佔土地總面積的比例)	%	FAO	結果	X	X			
	使用基於生態系統的方法管理的專屬經濟海域的比例	%	UNEP/SDGs	過程			X	X	
	根據 EAF/EAA 原則設計和實施的管理計劃占比	%	新來源	過程			X	X	

(待續)



[附表] 氣候變遷農業部門調適追蹤體系  
FAO(2017)國家層級之主要指標及子項指標

(一) 自然資源和生態系統類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/過程	農業子部門					
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業	
4. 農業遺傳資源多樣性的狀況	前五大作物品種佔所有作物總產量的比例	%	OECD	結果	X					
	前三大畜牧動物品種佔總頭數的比例	%	OECD	結果		X				
	在中長期保存設施中存有可應用在糧食和農業的動植物遺傳資源數量	數量	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X	
	當地品種被歸類為具絕種風險、無絕種風險或未知絕種風險的比例	%	FAO/SDGs	結果		X				
	當地針對保護物種多樣性的機制(作物/畜牧動物/森林/魚類)	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X	

資料來源：FAO(2017)；台灣經濟研究院研究七所整理。

(二) 農業生產系統類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
1. 農業生產和生產力	灌溉農地的比例	% (佔總農地比例)	FAO	結果	X				
	穀物產量變異性變化	% (與基準值比較)	FAO	結果	X				
	畜群規模變化(指定動物類型)	% (年度畜群數量變化)	FAOSTAT	結果		X			
	水產養殖平均產量變化	% (與基準值比較)	FISHSTAT	結果			X		
	漁撈平均產量變化	% (與基準值比較)	FISHSTAT	結果			X		
	魚系群生產量	系群-加入量之關聯(斜率)	新來源	結果			X		
	低於門檻之圓木產量年變化	% (年度變化)	FAOSTAT	結果					X
2. 農業生產系統的永續管理	永續生產農業之農地比例	% (佔總農地比例)	FAO/SDGs	結果	X	X			
	永續森林管理的進展	% (變化)	FAO/SDGs	結果					X
	有機農業面積比例	% (佔總農地比例)	FAOSTAT	結果	X	X			
	年度農業淡水抽取量(低於設定的最大值臨界點)	% (佔總淡水抽取量的比例)	WDI	過程	X	X			
	灌溉農業的用水效率	USD/m <sup>3</sup> 或 kg ha <sup>-1</sup> mm <sup>-1</sup>	FAO/SDGs	結果	X				
	用水效率隨時間的變化	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	

(待續)

(二) 農業生產系統類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/ 過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
	保育性農業區：>30%地面覆蓋	% (佔總農地比例)	FAOSTAT	結果	X				
	水資源綜合管理程度執行	0-100	UNEP/ SDGs	過程	X	X	X	X	X
	多年生作物耕地之肥料養分利用效率	Kg/kg/ha	FAOSTAT	結果	X				
	漁獲努力	一年內的每捕魚日之發動機總功率 (千瓦日)	新來源	結果			X		
	農業資產和基礎設施的年度損失	% (佔農業GDP之比例)	FAO/ UNISDR/ SFDRR	結果	X	X	X	X	X
3. 農業生產與生計受極端天氣與氣候事件的影響	作物年度損失	% (佔農業GDP之比例)	FAO/ UNISDR/ SFDRR	結果	X				
	畜牧業年度損失	% (佔農業GDP之比例)	FAO/ UNISDR/ SFDRR	結果		X			
	漁業和水產養殖年度損失	% (佔農業GDP之比例)	FAO/ UNISDR/ SFDRR	結果			X	X	
	林業年度損失	% (佔農業GDP之比例)	FAO/ UNISDR/ SFDRR	結果					X
	環境變化導致大規模死亡 (例如疾病) 的次數/頻率	% (與基準值比較)	新來源	過程			X	X	
	預測2050年的可用水量	% (與基準值比較)	UNFCCC; NAPAs; NAPs	結果	X	X	X	X	X
4. 氣候變遷對農作物、畜牧、漁業、水產養殖業和林業的預期影響	預估2050年穀物產量	% (與基準值比較)	FAO						
	前瞻研究	結果	X						
	預估2050年畜牧產量	% (與基準值比較)	FAO/SDGs	結果		X			
	預估2050年漁業及水產養殖產量	% (與基準值比較)	FAO/SDGs	結果			X	X	
	預估2050年森林初級生產力	% (與基準值比較)	新來源	結果					X

資料來源：FAO(2017)；台灣經濟研究院研究七所整理。

(三) 社會經濟發展類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/ 過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
1.糧食安全 與營養 (脆弱度)	(食品)價格異常指標	指標	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	根據糧食不安全經驗量表， 中度/重度糧食不安全的人 口百分比	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	糧食進口依存度	%	FAO	結果	X				
	營養不良的發生率	%	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	成人體重不足的百分比	%	FAO	結果	X	X	X	X	X
	農村營養不良人口比例	%	FAO	結果	X	X	X	X	X
2.基礎設施 與輔導體 系	農村用電	% (佔所有農村人 口之比例)	WDI	結果	X	X	X	X	X
	農村取得良好水源	% (佔所有農村人 口之比例)	WDI	結果	X	X	X	X	X
	農村成人識字率	% (佔15歲以上男 性之比例)	WDI	結果	X	X	X	X	X
3.在農村地 區獲得信 貸、保險 和社會安 全網	小額信貸計劃覆蓋的農村人 口百分比	% (佔所有農村人 口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	社區共享資源之強度(如社 區種子庫)	定性	新來源	結果	X	X	X	X	X
	活躍的社區機構數量	每1000人	新來源	結果	X	X	X	X	X
	氣候風險保險機制覆蓋的農 業人口百分比	% (佔所有農業人 口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	安全網覆蓋的農業人口百分 比	% (佔所有農業人 口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	社會保護計劃覆蓋的受災人 口比例	% (佔所有受災人 口之比例)	新來源	過程	X	X	X	X	X
4.農業加 值，所得 和生計多 樣化	農業增值	% (年成長率)	WDI	結果	X	X	X	X	X
	依性別和原民身分列的小 規模糧食生產者平均收入 (包括非木材林產品)	美元	FAO/SDGs	結果	X	X	X	X	X
	從事農業的農村勞動力百分 比	%	WDI	結果	X	X	X	X	X
	農村貧困線與國家貧困線之 差距	%	WDI	結果	X	X	X	X	X
	接受農業生產增值培訓的農 村人口百分比	%	新來源	結果	X	X	X	X	X
	按家庭/畜牧農民/林業之企 業規模分類的單位勞動力生 產量/	美元	WB/FAO/ SDGs	-	X	X	X	X	X

資料來源：FAO(2017)；台灣經濟研究院研究七所整理。



(四) 制度與政策類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/ 過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
1.制度與和 技術支援 服務	使用早期預警系統的農村人口百分比	% (佔所有農村人口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	預警系統的及時性	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	關於因應氣候變遷的促進性別平等意識提升倡議活動數量	數量/每年	新來源	結果	X	X	X	X	X
	接觸氣候變遷認知計劃的農業人口比例	% (佔所有農業人口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
2.執行能力 和利害關係 人意識	國家和地方機構對氣候風險和脆弱性的了解程度	定性	新來源	結果	X	X	X	X	X
	使用風險地圖和數據進行因應規劃	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	將預警系統與早期行動聯結的標準操作程序運作	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	有效的國家減災平台的運作	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	因應氣候變遷的協作機構/平台的運作	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	農業因應氣候變遷行動在國家層級協作的水平	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	農業因應氣候變遷行動在地方層級協作的水平	% (佔所有農業人口之比例)	新來源	過程	X	X	X	X	X
	農業因應氣候變遷方面之公私部門關係強度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	評估和檢視氣候變遷因應措施的機構能力水平	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	過去 5 年接受因應氣候變遷培訓的國家和地方政府官員比例	% (佔所有國家和地方政府官員之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	地方層級建立因應氣候變遷倡議的力度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	關於因應氣候變遷之良好做法倡議活動數量	數量/每年	新來源	結果	X	X	X	X	X
	關於因應農業氣候變遷的訓練課程、知識管理與交流之倡議活動數量	數量/每年	新來源	結果	X	X	X	X	X
	解決氣候變遷調適問題的多方利害關係人平台的有效性	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	社區組織參與實施因應氣候變遷行動的程度	數量/每年	新來源	過程	X	X	X	X	X
	國際組織和研究機構參與實施因應氣候變遷行動的程度	數量/每年	新來源	過程	X	X	X	X	X
國家研究機構參與實施因應氣候變遷行動的程度	數量/每年	新來源	過程	X	X	X	X	X	

(待續)

(四) 制度與政策類別及其指標、計量單位以及可取得數據來源

子項分類	指標	單位	資料來源	結果/ 過程	農業子部門				
					作物	畜牧	漁業	水產養殖	林業
3.將氣候變遷調適優先事項納入農業政策	將氣象預報用於應急計劃以減少極端氣候事件影響程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	農業部門將氣候變遷造成之影響和情景用於因應規劃的程度	%	新來源	過程	X	X	X	X	X
	將氣候資訊應用在作物、畜牧、漁業、水產養殖和林業相關政策和計劃中的程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	將因應氣候變遷納入作物、畜牧、漁業、水產養殖和林業政策、發展策略計劃的優先事項程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	將因應氣候變遷納入糧食安全政策、發展策略和計劃的程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	將農業部門優先事項納入氣候變遷政策、策略和計劃的程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
4.調適和風險管理之財務規劃	農業部門(農業/漁業/林業部)中分配給因應氣候變遷的預算比例	% (佔總預算之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	環境部門(環境部或同等機構)分配給農業適應作為的預算比例	% (佔總預算之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	農業部門中分配給因應氣候變遷的發展資金(雙邊、多邊)的比例	% (佔總發展資金之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	國家因應氣候變遷之基金運作	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	政府預算中分配給氣候適應力比例(社會保護工具、基於氣象指數的保險等)	% (佔總預算之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	金融主管機關(如財政部)對氣候變化適應行動的支持程度	定性	新來源	過程	X	X	X	X	X
	因應氣候變遷資金佔總農業預算的份額	%	新來源	結果	X	X	X	X	X
	受益於調適基金/補助的農業人口比例	% (佔總農業人口之比例)	新來源	結果	X	X	X	X	X
	農業支出占政府年度總預算比例	-	FAO/IMF / SDGs	結果	X	X	X	X	X
流入農業部門的官方資金總額(官方發展援助和官方資金)	美元	OECD/FAO/WTO	結果	X	X	X	X	X	

資料來源：FAO(2017)；台灣經濟研究院研究七所整理。

### 參考文獻

1. 許晃雄，中央研究院環境變遷研究中心，From <https://e-info.org.tw/node/231936>。
2. 農委會，韌性農業計畫成果暨資訊交流平台。
3. 孫智麗、江佳純. 2020. 「氣候變遷農業調適追蹤架構建置與推動效益案例評估」，農業生技產業季刊，No.61，民國109年3月。
4. FAO & UNDP. 2019. Strengthening monitoring and evaluation for adaptation planning in the agriculture sectors.
5. FAO & UNDP. 2018. Using impact evaluation to improve policymaking for climate change adaptation in the agriculture sectors. Briefing Note.
6. FAO. 2017. Tracking adaptation in agricultural sectors - Climate change adaptation indicators. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 2017.