

農業生態韌性及自然碳匯旗艦計畫

壹、計畫內容

一、目標說明

本計畫為配合國家淨零轉型，基於自然的維護管理，以建構農業生態韌性為核心宗旨，透過農產業領域推展以自然為本的解決方案 Nature-based Solutions (NbS) 推動自然碳匯，增進生態系統服務功能以促進調適能力，主要以推動土壤、森林及海洋等 3 大自然碳匯路徑，研發提升碳匯吸存固定效率技術，具體實踐增加碳匯策略措施，並以當年度森林、土壤、海洋等三大碳匯總增加碳匯量(二氧化碳當量)為計畫最終效益評估指標，其效益可貢獻於移除國家溫室氣體總排放量，有效助攻國家淨零排放政策，以期於 2050 年達成淨零排放目標，並兼顧農業生產及生物多樣性，積極推動韌性農業策略，以降低氣候風險，同時於氣候變遷下推動產業轉型，拓展氣候變遷下多元農產業樣態，發掘農民新興收入的可能。

表 1、農業生態韌性及自然碳匯旗艦計畫

減碳主體	政策工具類別	增匯措施	預期增匯成效 (萬公噸 CO ₂ e)	措施原則
森林碳匯	科技研發、獎勵補助	1. 增加森林面積 2. 加強森林碳匯經營管理 3. 提高國產材利用 4. 強化森林碳匯相關科技研發量能	■119 年：75.86 ■121 年：87.24 ■124 年：108.49	淨零科技與智慧化
土壤碳匯	科技研發、獎勵補助	1. 強化土壤管理方式 2. 建構負碳農法 3. 強化土壤碳匯相關科技研發量能	■119 年：26.5 ■121 年：27.21 ■124 年：30.67	淨零科技與智慧化
海洋碳匯	科技研發	1. 強化海洋及濕地碳匯管理 2. 強化海洋碳匯相關科技研發量能	■119 年：34.58 ■121 年：35.71 ■124 年：36.65	淨零科技與智慧化

二、計畫執行內容及分年績效指標

本計畫係為因應氣候變遷對全球造成劇烈衝擊影響，農業部門在兼顧糧食安全及自然環境的維護管理下，協助農業產業經濟活動維持穩定並朝永續發展，策略一為增進生態系統因應氣候變遷之服務量能，積極導入以自然為本的解決方案 Nature-based Solutions (NbS) 的最佳方案，策略二為提升農業氣候風險管理能力，並進一步與農業生產環境與資源結合，針對氣候變遷之農產損失相關議題以及災害預警、整備及應變之整體體系，增進生態系統服務功能，並善用氣象資料以建構氣候變遷影響下之氣候特性變化及衝擊評估，累積農業調適之科學研究與風險評估資料，持續建置農業部門風險資訊，精準掌握我國農業部門所面臨的挑戰，以因應氣候變遷之農產損失相關議題。策略三為發掘氣候變遷下多元農產業機會，考量氣候變遷下可能機會之產業發展規劃轉型，並同時考量低碳農業經營模式，維護農業民收入。

為強化農業系統氣候韌性及後續行動基礎，針對國內農漁畜重要品項推動氣候風險評估作業，透過利害關係人訪談、問卷資料收集，以及調適座談與專家會議辦理，蒐集產業對氣候風險的認知與實務調適經驗，進一步彙整脆弱度指標與調適需求，作為預警機制建構之依據。計畫整體推動涵蓋至少 23 項重要農作物品項，持續進行升溫、乾旱及強降雨等氣候情境下之調適處理與技術優化、生育調查與數據蒐集分析，並執行例行性病蟲害風險監測與調查，接洽業者或農民合作，逐步設置實證場域。

雖氣候變遷帶來風險，亦產生新的契機，除仰賴具韌性之農業生產基礎建設及產業轉型規劃，並同時推動低碳之共效益的農業經營模式，本計畫積極透過自然碳匯路徑，朝森林、土壤及海洋等三大潛力領域進行規劃，計畫目標效益係以當年度總增加碳匯量(二氧化碳當量)為最終效益評估指標，整體戰略內容依森林、

土壤、海洋等三大碳匯領域規劃推動路徑，並據以規劃具體措施及重要工作，說明如下：

(一) 森林碳匯

森林碳匯以「增加森林面積」、「加強森林經營」、「提升國產材利用」及「強化森林碳匯相關技術科技研發能量」為森林碳匯路徑之推動策略架構，各策略措施說明如下：

1. 增加森林面積：

- (1) 辦理國、公、私有土地新植造林工作，以提升森林覆蓋面積及碳匯量：林業部門具有碳吸收強化之功能，因我國土地面積小、人口稠密，森林覆蓋率達 60%，且交通條件及其他立地限制，可供新植造林面積極為有限。未來除持續推動國有林劣化地復育造林、山坡地獎勵輔導造林，以及海岸及離島造林等，將進一步導向農業產值較低之邊際農牧用地，如山坡地農地、休耕農地等，並發展營造都市林，進行國、公、私有土地新植造林工作，以提升森林覆蓋面積及碳匯量。
 - (2) 結合流域治理工程，多元合作擴大植樹面積：透過「中央管流域整體改善與調適計畫」等相關計畫，推動流域治理改善水利工程，搭配轄管土地強化植樹，增加碳匯量；另結合推動計畫中綠美化環境營造、河川揚塵防制及既有設施範圍開放企業或團體合作植樹增加植樹量能。
 - (3) 結合休閒觀光，推動國有農林機構新植造林：透過國有農林機構土地活化，進行新植造林工作，除維持既有休閒觀光功能外，另可增加碳匯效益。
2. 加強森林經營：針對已有森林覆蓋的林地，透過營林手段增加森林生物量及碳儲存量，同時亦可提升林木形

質，並導入永續森林經營概念，以友善環境的方式進行森林管理，執行措施如下：

- (1) 推動外來入侵種移除改正造林、復育劣化林地，並加強低蓄積人工林撫育更新，以擴大森林碳吸存效益：外來入侵種常因生長力極強排擠原生植物之生存空間，造成生物多樣性下降，森林生態系劣化，因此移除外來入侵種，釋出原生植物生長空間，即可復育造林；而老熟、鬱閉之人工林則實施休枝、除蔓及疏伐等撫育更新作業，創造生長空間，以改善林木生長狀況，進而繼續增加碳匯量。
 - (2) 推動老化竹林更新，活化竹林碳吸存能力：竹子生長快速、再生性強且用途廣泛，可以竹代鋼、代塑，是實現聯合國永續發展目標的重要材料。我國約有 18 萬公頃竹林，惟因產業外移、收穫量銳減，導致竹林老化、生長停滯，為振興竹產業，規劃串起生產、加工、研發、應用到銷售的產業鏈，以提升竹林經營誘因。
3. 提升國產材利用：我國每年木材需求量約 400 萬立方公尺，而國產材年生產量僅 3 至 4 萬立方公尺、木材自給率約為 1%。基於國際針對進口木材的運輸過程會增加碳排，以及破壞天然林甚至熱帶雨林的疑慮漸起，農業部林業及自然保育署將 2017 年設定為「國產材元年」，積極推廣國產木竹材、期能降低進口木材的依賴程度。在生產面以成立合作社的形式擴大生產規模、降低成本，在市場面積極協助國產材的運用與行銷，並開發更多元且生活化的產品，推廣國產材進入國人的生活空間，進而擴大消費市場，透過運用市場機制重啟林業產

業，鼓勵在地生產者強化人工林的更新速率，以支持減緩氣候變遷的具體行動。

4. 強化森林碳匯相關技術科技研發能量：以淨零排放觀點，針對可促進森林碳匯之森林經營模式進行研析，並以科學方法量化與發展監測體系追蹤經營的碳匯成效及動態變化，以及發展林產加工技術提升碳保存效益，並促進林產業振興發展。

(二) 土壤碳匯

土壤碳匯是陸域系統上最大的自然碳匯潛力場域，其增匯原理係透過碳源投入，如作物殘體、有機質肥料、生物炭等，並減少土壤擾動之田間管理如少耕犁、敷蓋栽培、草生栽培等、改變土壤團粒結構或其他強化土壤管理等方式，將碳確實留存於土壤碳庫之中，有機質投入土壤並分解至難以分解狀態以增加土壤有機碳含量，是一個緩慢的過程，並依據各地區氣候條件如氣溫、降雨量等而有所不同，因臺灣位於熱帶與亞熱帶，高溫潮濕的氣候型態使土壤有機質分解快速，爰土壤碳匯大幅增加不易，碳匯蓄積量尚須長時間累積下方可達平衡穩定狀態，因農作物生產需仰賴土壤，結合農糧產業經營轉型，規劃適切的田間操作方式，其過程可有效固定、封存或儲存之土壤碳匯，以「強化土壤管理方式」、「建構負碳農法」及「強化土壤碳匯相關技術科技研發能量」為土壤碳匯路徑之推動策略架構，各策略措施說明如下：

1. 強化土壤管理方式：土壤有機質約含有 5 成以上的碳，當有機質進一步分解形成腐植質，需要數年長時間分解，因此土壤應該是陸域系統中最大的碳匯，為將碳保存在土壤中，應強化土壤管理策略，該策略執行措施如下：

- (1) 以增加土壤有機質為目標，建立有效土壤管理技術。
 - (2) 建立碳儲量之評估基準與分析技術，建置碳儲潛力分區圖，為精準估算廣大農地土壤碳匯量、潛力增匯區域及增匯量，進行農耕地碳含量盤查、量測與監測。
 - (3) 盤點及建立土壤碳匯資料、發展土壤碳匯及碳儲潛力空間分析及估算技術、發展快速及非破壞性土壤有機碳分析方法、發展土壤碳匯預測模式等。
2. 建構負碳農法：農耕栽培方式造成溫室氣體排放，爰以確保產量及經濟收入、糧食安全為原則，調整農耕方法，提高碳封存效益：
 - (1) 推廣具負碳功能作物或品種：選育光合作用能力強及固氮功能高的作物品種，增加碳源投入並減少作物需氮量，如種植綠肥作物。
 - (2) 推動作物負碳之栽培技術：農耕田間操作造成土壤中的碳散逸排放到空氣中，透過具負碳之栽培技術如免耕犁及低耕犁栽培、草生栽培、有機友善栽培、溫網室設施少整地栽培等技術，有效增加土壤有機碳含量。
 - (3) 施用微生物推廣農業剩餘資源再利用：透過施用具增進農業剩餘資源分解能力之微生物，搭配稻草切段翻埋、推廣使用有機質肥料、微生物肥料等生物性資源物等，有效固定並增加土壤有機碳含量，並提升農業剩餘資源再利用效率。
 3. 強化土壤碳匯相關技術研發能量：
 - (1) 強化土壤管理方式：建立土壤碳儲量之評估基準與分析技術，推動增加碳儲之農業活動。

- (2) 精進負碳農法研究：研究評估及調整作物耕作模式及作物種類之碳匯貢獻度，推動增加碳匯及負碳之農法。
- (3) 開發土壤生物資源：研發適合農業副產物及具固碳能力之土壤微生物，促進農業副產物再利用增加土壤碳匯量。

(三) 海洋碳匯

目前國外對海洋碳匯量測標準相關資料較缺乏，且國內亦少有碳匯研究與基礎資料，本計畫透過相關部會分工合作，推動評估海草床、濕地及漁業相關棲地等碳匯效益，以及強化具碳匯效益場域之管理，以「強化海洋及濕地碳匯管理」及「強化海洋碳匯相關技術研發能量」為海洋碳匯路徑之推動策略架構，其策略措施說明如下：

1. 強化海洋及濕地碳匯管理：

盤點我國海洋碳匯潛力點，優化管理措施，強化海洋保護區管理，評估具碳匯效益經營管理方案，推動具碳匯效益漁業行為及促進具碳匯效益之棲地生物多樣性，建立海洋復育制度，以公私合作、擴大民間、企業參與及認養等多元模式，積極擴展海洋碳匯範圍，以提升海洋碳匯量。

- (1) 完善海洋方法學供相關碳定價應用，可開創海洋漁業及帶動相關部門之經濟效益。
- (2) 建構海草復育增匯技術及推廣應用，增加碳匯潛力點示範區，復育海洋碳匯資源，以提升海洋碳儲量。
- (3) 擴大民間、企業參與維護管理：藉由民間參與及企業認養等形式，提升自然碳匯效率，達成碳匯

目標。

(4) 透過海洋保護區碳匯量調查，公私協力合作，凝結在地意識。可增進民眾對於淨零排放及自然碳匯等公民意識。

2. 強化海洋碳匯相關技術研發能量：

(1) 建立海洋及濕地量測模式與本土海洋碳匯係數，以瞭解海洋碳儲情形並建立海洋碳匯基線。

(2) 海洋碳匯技術及效益評估：調查臺灣周邊海域碳匯生態系基礎資料，進行複合式養殖或其他內陸水域海洋碳匯效益評估試驗及方法，並建立養殖漁業碳匯基礎資料。

表 2、分年績效指標及預估效益

年度/績效指標	113 年	119 年		121 年		124 年	
森林碳匯 績效指標	現況	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)
增加森林面積(公頃)	4,464	12,600	107,352	14,490	123,455	20,000	170,400
森林經營(公頃)	7,331	16,400	47,888	18,860	55,071	23,500	68,620
竹林經營(公頃)	554	4,000	406,000	4,600	466,900	6,000	609,000
國產材利用(立方公尺)	61,600	200,000	197,400	230,000	227,010	240,000	236,880
小計		758,640		872,436		1,084,900	
年度/績效指標	113 年	119 年		121 年		124 年	
土壤碳匯 績效指標	現況	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)
種植綠肥面積(公頃)	80,529	80,800	96,960	81,200	97,440	100,000	120,000
草生及低耕犁栽培面積(公頃)	4,200	56,000	67,200	56,840	68,208	60,000	72,000
有機栽培面積(公頃)	27,012	34,500	41,400	37,500	45,000	42,000	50,400
網溫室少整地面積 (公頃)	10	80	22	90	25	140	39
稻草現地掩埋再處理 利用率(%)	84%	84.5%	60,333	86%	61,404	90%	64,260
小計		265,915		272,077		306,699	
年度/績效指標	113 年	119 年		121 年		124 年	

年度/績效指標	113 年	119 年		121 年		124 年	
海洋碳匯 績效指標	現況	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)	目標	預估效益 (公噸 CO ₂ e)
輔導管理水產動植物繁殖保育區之管理及復育面積(公頃)	1,459	4,371	64,125	4,400	75,368	4,500	84,789
重要濕地維護管理面積(公頃)	42,730	42,730	281,703	42,730	281,703	42,730	281,703
小計		345,828		357,071		366,492	

三、執行分工

(一) 森林碳匯

農業部為主辦機關，負責業務政策、推動策略、目標管理、預算管控、執行進度及成果管控、評核，執行機關為農業部林業及自然保育署、農業部林業試驗所及經濟部水利署推動執行，部分工作將與原住民族委員會、土地經營管理機關、各直轄市及縣（市）政府及民間企業與農友協力推動，工作分工如下表：

策略	措施	主辦機關
1. 增加森林面積	1-1 辦理國、公、私有土地新植造林工作，以提升森林覆蓋面積及碳匯量	農業部(林業及自然保育署)
	1-2 結合流域治理工程，多元合作擴大植樹面積	經濟部(水利署)
	1-3 結合休閒觀光，推動國有農林機構新植造林	國軍退除役官兵輔導委員會
2. 加強森林碳匯經營管理	2-1 推動外來種移除改正造林、復育劣化林地，並加強低蓄積人工林撫育更新，以擴大森林碳吸存效益，以達成人工林永續經營目的	農業部(林業及自然保育署)

策略	措施	主辦機關
	2-2 推動老化竹林更新，活化竹林碳吸存能力	農業部(林業及自然保育署)
3. 提高國產材利用	3-1 強化國產木竹材供應鏈及推動林產品全材利用，促進林產業經濟效益及碳保存功能	農業部(林業及自然保育署)
4. 強化森林碳匯相關技術科技研發能量	4-1 促進碳匯效益之森林經營模式及研究	農業部(林業及自然保育署、林業試驗所)

(二) 土壤碳匯

主要由農業部為主辦機關，負責業務政策、推動策略、目標管理、預算管控、執行進度及成果管控、評核，執行機關為農業部農糧署、農業部農業試驗所推動執行，部分工作將與農業部所屬各試驗改良場(所)、各直轄市及縣（市）政府、產業團體及農友協力推動，工作分工如下表：

策略	措施	主辦機關
1. 強化土壤管理方式	1-1 以增加土壤有機質為目標，建立有效土壤管理技術	農業部(農糧署)
	1-2 建立碳儲量之評估基準與分析技術，建置碳儲潛力分區圖	農業部(農業試驗所)
	1-3 建立土壤碳匯可監測、報告、驗證(MRV)機制	農業部(農糧署、農業試驗所)
2. 建構負碳農法	2-1 推廣具負碳功能作物或品種	農業部(農糧署)
	2-2 推動作物負碳之栽培技術	農業部(農糧署)
	2-3 施用微生物推廣農業剩餘資源再利用	農業部(農糧署)
3. 強化土壤碳匯相關技術科技研發能量	3-1 增進土壤碳匯效益及開發提高農糧作物負碳貢獻度栽培模式之研究	農業部(農糧署、農業試驗所及各區改良場)

(三) 海洋碳匯

主要由農業部為主辦機關，負責業務政策、推動策略、目標管理、預算管控、執行進度及成果管控、評核，執行機關為農業部漁業署、農業部水產試驗所、海洋委員會海洋保育署、內政部國家公園署推動執行，部分工作將與各直轄市及縣（市）政府、在地團體、各大專院校與財團法人研究機構及農友協力推動，工作分工如下表：

策略	措施	主辦機關
1. 強化海洋及濕地碳匯管理	1-1 推動漁業資源保育區碳匯效益與管理	農業部(漁業署)
	1-2 建立海洋碳匯 MRV 機制	農業部(水產試驗所)
	1-3 結合濕地管理，強化濕地自然碳匯功能	內政部(國家公園署)
	1-4 海洋碳匯生態系(海草床、紅樹林及鹽沼等)調查及復育工作	農業部(漁業署、水產試驗所)、海洋委員會(海洋保育署)、內政部(國家公園署)
2. 強化海洋碳匯相關技術科技研發能量	2-1 海洋碳匯技術及效益評估	農業部(水產試驗所)
	2-2 建立海洋及濕地基盤資料	農業部(漁業署、水產試驗所)

四、其他

建立利益共享、知識觀念宣導、人才培育及誘因機制，應對發展自然碳匯工作衍生之衝擊，保障氣候變遷因應措施可能受影響對象之權益，農業部將透過跨部會、跨產業及產官學共同合作，引入多方資源，藉由完善國內溫室氣體自願減量農業領域方法學、推動農業 ESG 方案等多元模式，確保利益不致受損，俟計畫各策略措施推動後，農友、農企業、原住民及相關團體可依專案方法學進行自然碳匯場域認驗證，並參與環境部公告之自願減量專案取得減量額度，進行相關碳交易，取得收益；其餘可依農業永續 ESG 方案進行自然碳匯企業 ESG 方案，除協助增加自然碳匯量外，提升企業形象促進社會參與，建構永續環境，輔以

經濟效益評估，建立共享機制，推動情形說明如下：

(一) 碳定價推動

1. 自願減量專案：

- (1) 在環境部「溫室氣體自願減量專案」機制下，農業部規劃完善農產業可應用之自願減量方法學，目前已有新植造林方法學可供申請專案採用，進而取得減量額度，並陸續於 113 至 114 年審議通過「加強森林經營碳匯專案」、「竹林經營碳匯專案」及「改進農業土壤管理」等 3 項溫室氣體自願減量方法學；另有紅樹林植林及海草復育等 2 項方法學環境部審定中。有關農業領域方法學之建立，除優先完善各項基線資料並開發及驗證強化減量或增匯能力之技術，另將積極辦理誘因機制工作之推展，提供產業多元減量額度取得操作方法。
- (2) 依據環境部「溫室氣體自願減量專案管理辦法」規定，申請者資格為事業或各級政府，且事業或各級政府得共同提出及執行自願減量專案，爰具規模之事業可自行向環境部提出專案註冊；小農則可透過農業部所屬各試驗改良場所、地方政府、農民團體(如農會)帶領，或可同時結合企業 ESG 模式，向環境部提出專案註冊後，據以取得自願減量額度。爰農業部未來將優先以集團產區為農業土地管理操作之自願減量專案推動對象，並於 114 至 115 年補助推動農業碳權業界參與專案，鼓勵業界投入進行農業場域之溫室氣體自願減量專案示範，引導產業推動溫室氣體減量措施，協助企業與農民團體等邁向淨零轉型，並維護農產業永續經營體系及降低未來的衝擊影響。

(二) 推動企業 ESG 專案：為積極推動計畫內策略措施，並強化

與利害關係人之參與鍊結，以擴大與企業、農民團體、原住民部落、社區、民眾及農友共同合作推動農業永續行動，結合農業永續 ESG 政策，於農業部 ESG STORE 平台，針對既有之專案類型(如永續生產、循環農業、低碳農業、自然碳匯、生物多樣性、農村發展、農業文化傳承等)，協助對接企業既有核心技術與資源，企業可透過 ESG STORE 提供的一站式服務，易於農業場域實現 ESG，讓企業的永續願景從想像變成實際行動。因農業低碳永續計畫推行工作具多元外部環境效益，如水源涵養、國土保安、景觀維護、生物多樣性、棲地營造等，可協助企業評估各項專案與企業自身設定之永續責任關聯性；同時鼓勵企業可透過提案創造更多合作機會，透過公私協力，引入企業資源協助農業發展，並回應企業 ESG 揭露需求，共創雙贏互利。

(三) 知識觀念宣導及人才培育：

1. 建置農業淨零資訊網：為讓外界更便利、容易瞭解農業淨零排放相關資訊，農業部已建置農業淨零資訊網，包含農業碳係數、農業碳足跡標籤產品、碳權方法學及案例等資訊，並建立簡易計算機可計算農產品碳足跡，及農業與企業 ESG 合作專區「ESG STORE」，提供農業淨零一站式服務。
2. 強化農業淨零排放知識傳遞量能：已由農業部各場試所成立 11 個推廣團隊並培育 66 位種子講師；強化部內及所屬單位、地方政府農業單位、各級農會、農業相關學(協)會、大專院校及高中職教師等專業知能教育訓練，截至 113 年底共辦理 9 場次，403 人次參與；拓展淨零排放知識至農民、農企業、農民團體等農業從業人員，112 年已辦理 60 場次 2,500 人次，截至 113 年底已辦理

60 場次，3,092 人次，後續將持續辦理強化農業淨零排放知識傳遞及人才培育。

貳、期程與經費需求

一、計畫期程

自 115 年至 124 年，共 10 年。

二、所需資源說明

表 3、工作項目經費來源及需求

工作項目	子項目	經費需求 (億元)	經費來源
淨零排放—自然碳匯增匯技術開發		27	科技發展
合計		27	

表 4、分年中央總預算編列總表

子項目	總經費(億元)			分年經費需求數(億元)														
	期程 (115-124 年)			115 年			116 年			117 年			118 年			119 年		
	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計
淨零排放—自然碳匯增匯技術開發	27		27	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7
115-124 年合計	27		27															
比例(%)	100		100															
工作項目	總經費(億元)			分年經費需求數(億元)														
	期程 (115-124 年)			120 年			121 年			122 年			123 年			124 年		
	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	經常門	資本門	合計	經常門	資本門	經常門	資本門	合計	經常門	資本門
淨零排放—自然碳匯增匯技術開發	115		115	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7	2.7		2.7
115-124 年合計	27		27															
比例(%)	100		100															