



總統盃黑客松

隊名 千分之四的美麗

題目 轉廢化肥護林土 微生物循環增碳匯

提案緣由

公民許願池 / 解決的問題

◆ 農業廢棄物露天燃燒

- ✓ 農廢露天燃燒導致空品惡化直接影響國人生命健康。
- ✓ 釋放大量細懸浮微粒 (PM2.5)，導致空品惡化，空污危害呼吸道，強烈相關心血管疾病及癌症。



<https://www.chinatimes.com/newspapers/20190129000613-260107?chdtv>

110 年國人死因統計結果

110 年十大死因依序為：

- (1) 惡性腫瘤（癌症）
- (2) 心臟疾病
- (3) 肺炎
- (4) 腦血管疾病
- (5) 糖尿病
- (6) 高血壓性疾病
- (7) 事故傷害
- (8) 慢性下呼吸道疾病
- (9) 腎炎腎病症候群及腎病變
- (10) 慢性肝病及肝硬化

完整報告請見>>>>



2022.06.30

◆ 農業廢棄物及廚餘未妥善處理

- ✓ 廚餘未妥善處理，焚化爐燃燒不完全產生戴奧辛，引發二次空汙危害也縮短爐心使用年限。
- ✓ 一年462萬公噸農廢物，僅12.5萬公噸再利用，占比不及2.5%，無法掌握其餘去向。



<https://news.tvbs.com.tw/life/1708229>

◆ 國家土壤健康問題

- ✓ 80萬公頃土壤中，pH5.5以下強酸性土壤面積超過35%，約有25萬公頃
- ✓ 台灣糧食自給率僅3成，其餘7成靠國外進口。



<https://news.tvbs.com.tw/life/896026>



解決方案

- 結合**不同來源廢棄物**進行有效處理，破碎木屑混參畜產廢棄物，使最終肥料不只有較難分解木質素，也有植物生長賴以為生的**氮磷鉀**等營養物。
- 提供土地可**長效利用碳源**，同時改善土壤透氣性及保水性，直接**增加地力**。



7/7、7/14、8/10、8/17
拜會屏東縣政府環境保護局



- 每公頃農地施用**40噸有機堆肥**(土壤占比2%)，作物產量**增產5~15%**。
- 施用全國**30萬公頃酸性土壤**，創造**1,400萬噸CO₂當量碳匯**，確保耕地隨時可啟用活化態勢。



8/7 拜會農業部農試所陳琦玲博士
(台灣官方『千分之四倡議』代表)

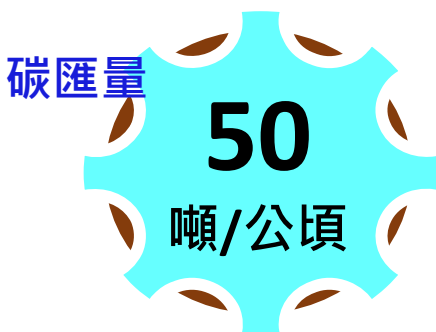
- 法國在巴黎氣候高峰會(2015, COP21) 提出，只要每年提高表土(0~40cm) **有機質碳**含量達**4%**，每年將**儲存34億噸碳**，有助**抵消80%**每年大氣增加的**二氧化碳濃度**。
- 同時增加土壤有機質、促進土壤健康，進而提升作物產量。



7/31 拜會農業部農糧署黃俊欽組長
討論資源循環再利用(有機堆肥)

有機堆肥固定碳匯試算討論 (碳匯計算的學理基礎)

關於堆肥的效果可創造的碳匯，依據**中研院楊秋忠院士**的估算方式，推導如下：
單位面積固定碳匯計算(以一公頃為例)(參考來源：<https://opinion.cw.com.tw/blog/profile/52/article/11587>)



一、有機質的添加量 (每公頃施肥量為32噸)

- 表土耕作層高度為 40 公分，
- 土壤容重為1.3~1.6 (土壤總體密度，一個單位體積(包含孔隙)在內土壤與其相同體積水重的比率)
- 一公頃(10,000 平方公尺)耕作層的重量為 10,000平方公尺 x 0.4公尺 x 1.3 = 5,200 噸。
- 一般有機肥中有機質為 50%~80% (農委會標準為≥50%為有機肥)，先以平均值65%計算
- 則每公頃土壤要想平均**增加 0.4% 的有機質**，需要的**施肥量**為 5,200噸x 0.4% ÷ 65 % = 32噸
- 簡言之，以每平方公尺施肥量約 3.2 公斤(32噸x1,000 公斤/噸/ 10,000平方公尺= 3.2 公斤/平方公尺)

二、固碳量計算(每公頃32噸的施肥量可貢獻50噸的碳匯量)

- 承前述添加量，每公頃加入32噸有機堆肥後，將有**13.64噸的碳匯**可被固定 (10,000平方公尺x 0.4 x 1.312 x 0.4% x 65% = 13.64噸)
- 相當可抵銷(中和) **50噸的二氧化碳當量碳排放**(13.64噸 x 44/12 = 50.03噸)

三、此法應用在台灣耕地的碳匯量推估

- 以目前**台灣耕地面積 80萬公頃**進行估算
- 將有**1,092萬噸的碳匯**可被固定(80萬公頃x 13.64噸= 1,092 萬噸)
- 相當可抵銷(中和) **4,002萬噸** 的**二氧化碳當量碳排放** (1,092萬噸x 44/12= 4,002萬噸)
- 約為**全台年度排放量(22,400萬噸)的六分之一**(4,002萬噸/22,400萬噸=0.1787≈ 1/6)

微生物循環增碳匯 | 符合GS程序的方法學

- 團隊目前走在國內學/官界前沿，無例可循，故援引國際實施例學習模仿。
- 現今國際碳權認證途徑，常見的有Verra旗下的碳驗證標準(Verified Carbon Standard, VCS)、美國氣候行動儲備方案(Climate Action Reserve, CAR)、黃金標準(Gold Standard, GS)及美國碳註冊登記處(American Carbon Registry, ACR)，各自擁有其適用的方法學。
- 經與專家學者討論，團隊選定目前被視為相對嚴謹的自願碳抵換方法學：**黃金標準《土壤有機碳框架方法學》**先選定總面積小於500公頃的「微型專案」場域(micro scale)。如未來超過500公頃，再依規定申請升級為「小型專案」(small scale)(每年減排量為6萬噸以內)。

參考國外黃金標準撰寫方法學，請主管機關協助審閱(環境部氣候變遷署、農業部農糧署/農業試驗所)。

撰寫方法學

台灣目前沒有農業驗證機構，團隊將協助成立合格查驗機構。

協助合格查驗
機構之成立

土壤碳匯
專案開發

註冊列案

團隊將專案送交合格查驗機構審查後送主管機關註冊列案。

執行註冊專案

在合格查驗機構的定期查驗稽核中，提供公開透明可檢驗之報告，完成碳匯計算認列。

微生物循環增碳匯 | 聯合國清潔機制(CDM)要求的方法學

➤ 本團隊共開發 **7種** 農業碳權方法學 (草案) , 提送主管機關(環境部氣候變遷署)審核 (8/23初版討論) (非公開未攝影)



預期效益

價值量化指標：5,150萬噸xNT300/噸=NT154億
減碳成效：全台10%+6%+4%+1%=21% offset

此法應用在台灣耕地的碳匯量推估
(團隊方法學已建立，MRV流程)

- 以目前台灣耕地面積 50萬公頃進行估算
- 將有682萬噸的碳匯可被固定
(50萬公頃x 13.64噸= 682 萬噸)
- 相當可抵銷(中和) 2,500萬噸 的二氧化碳當量碳排放 (682萬噸x 44/12= 2,500萬噸)
- 約為全台年度排放量(22,400萬噸)的九分之一
(2,500萬噸/22,400萬噸=0.1116≈ 1/9)

耕地
MRV流程



休耕地
農業跨荒地



此法應用在台灣休耕地的碳匯量推估
(團隊方法學 待確認)

- 以目前台灣休耕地面積30萬公頃進行估算
- 將有409萬噸的碳匯可被固定
(30萬公頃x 13.64噸= 409萬噸)
- 相當可抵銷(中和) 1,500萬噸 的二氧化碳當量碳排放 (409萬噸x 44/12= 1500萬噸)
- 約為全台年度排放量(22,400萬噸)的十五分之一
(1500萬噸/22,400萬噸=0.067≈ 1/15)

此法應用在台灣竹林地的碳匯量推估
(團隊方法學待申請，農業跨林業)

- 以目前台灣竹林地面積18萬公頃進行估算
- 將有246萬噸的碳匯可被固定
(18萬公頃x 13.64噸= 246萬噸)
- 相當可抵銷(中和) 900萬噸 的二氧化碳當量碳排放 (246萬噸x 44/12= 900萬噸)
- 約為全台年度排放量(22,400萬噸)的二十五分之一
(900萬噸/22,400萬噸=0.04≈ 1/25)

竹林地
農業跨林業



鹽化地
農業跨荒地

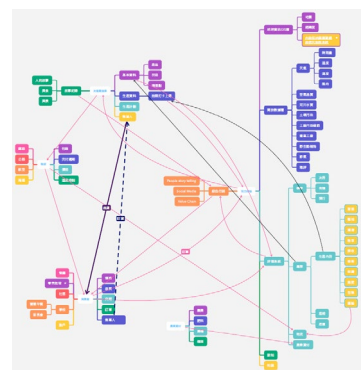


此法應用在台灣鹽化地的碳匯量推估
(團隊方法學 待確認)

- 以目前台灣鹽化地面積5萬公頃進行估算
- 將有68萬噸的碳匯可被固定
(5萬公頃x 13.64噸= 68萬噸)
- 相當可抵銷(中和) 250萬噸 的二氧化碳當量碳排放 (68萬噸x 44/12= 250萬噸)
- 約為全台年度排放量(22,400萬噸)的九十分之一
(250萬噸/22,400萬噸=0.01≈ 1/90)

微生物循環增碳匯 | 利用數位工具快速上架 - 努力小農APP開發歷程

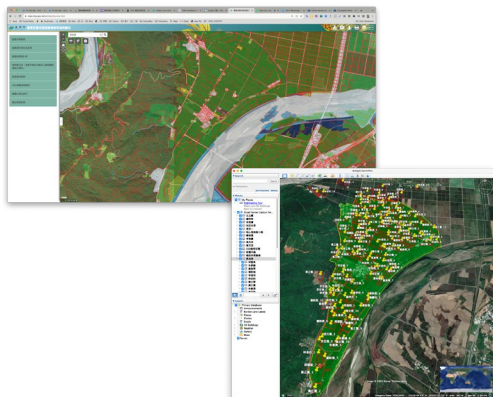
關係路徑建置



建置資料庫



開放資料連結



測試驗證

推廣使用



1. 開放數據層：地圖、經緯度、地圖、經緯度、天氣、空氣品質、河川水質、土壤污染、工廠污染裁罰、違章工廠、野生動植物、鄰田污染、水土保持
2. 水源資料：地面水、地下水、農田水圳、自來水
3. 小農種植：育苗、整地、灌漑、除草、採收、修剪、保護、施肥
4. 農業資材：農藥、肥料、農機、種苗

1. Google Map
2. Google Earth
3. 內政部地籍圖資網：確認地理資料
4. 農業部農業及農地資源盤查結果查詢圖台：確認合法農地利用和污染風險
5. 農業部全台農田平地表面土層土壤網格肥力資訊：確保專案的土壤背景
6. 國家災害防救科技中心災害潛勢地圖：確保滿足安全原則的自然災害防救措施
7. 文化部文化資產地圖查詢：確保專案無影響當地文化資產
8. 環境部空氣品質監測網

1. 小農種碳：300位
 2. 一般民眾：3,000位
- 台東縣長濱鄉水母丁溪原住民友善環境農業生產合作社
 - 台灣食在安心農產運銷合作社
 - 新故鄉文教基金會
 - 月眉橋生態農場
 - 玉里鎮長良里良質米產銷三班
 - 玉里鎮長良里良質米產銷二班
 - 看天田友善農食
 - 米田共享永續農業生產合作社
 - 綠生農場
 - 綠色消費者基金會 (依筆劃順序)

微生物循環增碳匯 | 開發數位工具期程-避免數位歧視舉措

- 操作偏好：認證過程中倘若有參與者(種碳小農)無數位資源，或不習慣使用數位設備紀錄
- 替代方案：計設一簡明基準線和專案資料表，可供沒有使用數位服務的參與者記錄追蹤回報

小農種碳資料

姓名	地址	電話 / 手機	電子郵件	LINE ID
----	----	---------	------	---------

每一片區或相同耕作的填一個表

土地面積（公頃）		已有的認證		種碳專案面積（公頃）	
----------	--	-------	--	------------	--

基準線資料

工作人員	全職(人)	男	女	兼職（人）	男	女
土壤有機質 %	2018	2019	2020	2021	2022	
產品種苗	1	前5年平均產量	2	前5年平均產量	3	前5年平均產量
農機	1	2	3	4	5	
土壤改良劑	1	前5年平均月量	2	前5年平均月量	3	前5年平均月量
病蟲害防治	1	前5年平均月量	2	前5年平均月量	3	前5年平均月量

基準線資料請估計後填寫

農改場土壤檢測數據

酸鹼度（參考NIEA S410.61C）	
電導度（中華土壤肥科學會出版之土壤分析手冊）	
有機質（參考NIEA-C-1282 EMASC 001 April 2002）	
有效性磷	
有效性鉀	
有效性鈣	
有效性鎂	

氣候區	亞熱帶	熱帶	溫帶		
土地管理 / 種植系統	1. 單一作物	2. 輪作			
投入量（如公斤/肥料）					
如適用請說明土壤中有機碳的模式（可複選）	1. 不施肥%	2. 有機肥%	3. 化肥%		
犁田方式（複選）	1. 不翻耕	2. 翻耕	3. 深耕	4. 覆蓋%	5. 無覆蓋
土壤特性（複選）	1. 粘土	2. 沙石土	3. 有機土	4. 很少有有機質	
灌溉水（複選）	1. 地下水	2. 農田水圳	3. 山泉	4. 雨水	5. 不清楚
碳流失風險（複選）	1. 火災	2. 土石流	3. 水災	4. 地震/斷層	5. 其他（請說明）

每年生產加工能源	汽油/公升		柴油/公升		電力/度	
----------	-------	--	-------	--	------	--

日期	8/7-8/22	8/23-9/6	9/7-9/22	9/23-10/7	10/8-10/22	10/23-11/6	11/7-11/21	11/22-12/6	12/7-12/21	12/22-1/4	1/5-1/19	1/20-2/3	2/4-2/18	2/19-3/5	3/6-3/20	3/21-4/4	4/5-4/19	4/20-5/5	5/6-5/20	5/21-6/5	6/6-6/20	6/21-7/6	7/7-7/22	7/23-8/7	
節氣	立秋	處暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪	冬至	小寒	大寒	立春	雨水	驚蟄	春分	清明	穀雨	立夏	小滿	芒種	夏至	小暑	大暑	
生產過程	育苗																								
	整地																								
	灌溉																								
	除草																								
	採收																								
	修剪																								
	保護																								
	施肥																								
	學習																								
	設備保修																								
資材進貨																									
土壤檢測																									
農機	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
土壤改良劑	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
病蟲害防治	1																								
	2																								
	3																								
	4																								
	5																								
日期	8/7-8/22	8/23-9/6	9/7-9/22	9/23-10/7	10/8-10/22	10/23-11/6	11/7-11/21	11/22-12/6	12/7-12/21	12/22-1/4	1/5-1/19	1/20-2/3	2/4-2/18	2/19-3/5	3/6-3/20	3/21-4/4	4/5-4/19	4/20-5/5	5/6-5/20	5/21-6/5	6/6-6/20	6/21-7/6	7/7-7/22	7/23-8/7	
節氣	立秋	處暑	白露	秋分	寒露	霜降	立冬	小雪	大雪	冬至	小寒	大寒	立春	雨水	驚蟄	春分	清明	穀雨	立夏	小滿	芒種	夏至	小暑	大暑	

專案指標自評



可行性

30%



已掌握組織內部或外部資料程度



法規允許或是可能調適



成果能確實導入公共服務之運作

內外部資料掌握



建置
資料庫

開放資料
連結

1. [開放數據層](#)：地圖、經緯度、地圖、經緯度、天氣、空氣品質、河川水質、土壤污染、工廠污染裁罰、違章工廠、野生動植物、鄰田污染、水土保持
2. [水源資料](#)：地面水、地下水、農田水圳、自來水
3. [小農種植](#)：育苗、整地、灌潛、除草、採收、修剪、保護、施肥
4. [農業資材](#)：農藥、肥料、農機、種苗

1. Google Map
2. Google Earth
3. [內政部地籍圖資網](#)：確認地理資料
4. [農業部農業及農地資源盤查結果查詢圖台](#)：確認合法農地利用和污染風險
5. [農業部全台農田平地表面土層土壤網格肥力資訊](#)：確保專案的土壤背景
6. [國家災害防救科技中心災害潛勢地圖](#)：確保滿足安全原則的自然災害防救措施
7. [文化部文化資產地圖查詢](#)：確保專案無影響當地文化資產
8. [環境部空氣品質監測網](#)

法規調適



碳權查驗主管機關正面看待，樂觀其成。

方法學同步送交國內主管機關審核，加速國際標準認證通過時間。

公共導入



農業廢棄物主管機關積極配合，加速有機肥料產出。

設置農廢收集場，開標有機堆肥場，積極進行廢棄物減量管控。

專案指標自評



社會影響與民眾參與

40%



解決社會問題及民眾需求



專案具備高度可複製性

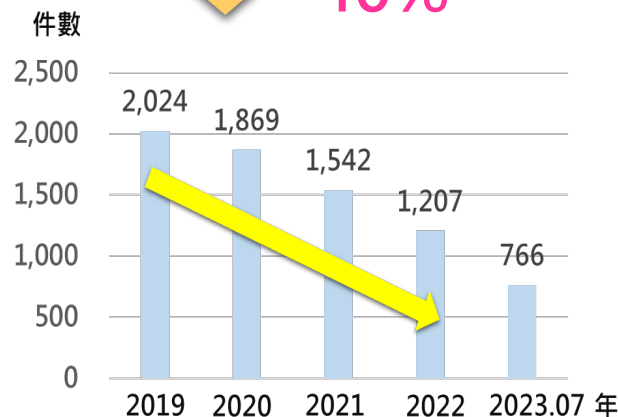
解決民眾需求



回應公民
許願池願望

露天燃燒件陳情件數

降低
40%



粒狀污染物削減量

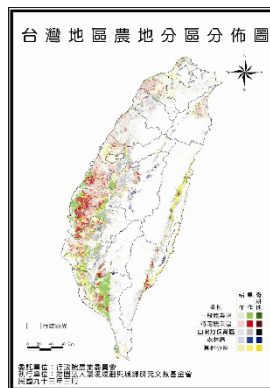
年削減
12.5公噸



可高度複製性



農業廢棄物
縣市容易異地
複製專案範疇



民眾自發參與



利害關係人充分溝通，體現
公民bottom up制定決策民主參與過程

- 台東縣長濱鄉水母丁溪原住民友善環境農業生產合作社
- 看天田友善農食
- 台灣食在安心農產運銷合作社
- 米田共享永續農業生產合作社
- 新故鄉文教基金會
- 綠生農場
- 月眉橋生態農場
- 綠色消費者基金會

專案指標自評



創新性

30%



跨領域合作之創新程度



創新服務、技術之延展性



跨域合作 x 跨域創新

中央 x 中央

環境部 x 農業部

碳權審議核發 = 農業方法學

中央 x 地方

農業部 x 環保局

農業剩餘資材 = 農業廢棄物

地方 x 中央

環保局 x 環境部

地方可行施作 = 全國性政策

公私協作

私部門 x 公部門

產業實際需求 = 政策加速器

非政 x 私企

NGO x 私部門

碳權國際接軌 = 碳費替代性



2030碳中和 + 2050淨零碳排



創新服務 x 技術延展

結合生產履歷，生產過程透明化，多一步驟查驗碳含量，即加入碳匯認證行列。

一單位代表申請，所有小農共享申請成果。讓小農也可參與減碳行列。最低成本創造最大效益。

以數位工具app，加速上架碳匯碳權認證。轉換語言後，可快速推行於國際。

團隊成員

- 台灣大學農業化學系
- 台灣大學生物環境系統工程學系
- 屏東科技大學水土保持系



- 環境部氣候變遷署
- 屏東縣環境保護局
- 農業部農糧署農業資源組
- 農業部農業試驗所

- 台東縣長濱鄉水母丁溪原住民友善環境農業生產合作社
- 台灣食在安心農產運銷合作社
- 新故鄉文教基金會
- 玉里鎮長良里良質米產銷班
- 米田共享永續農業生產合作社
- 綠色消費者基金會

- 天地和氣股份有限公司