大湖一號田
農田濕地自然碳匯方法學

土壤碳基線 治理 監測與成果判讀

文件欄位	內容
建議方法編號	DAHU-SOC-SOP-V001
依據計畫	DAHU-NCS-GOV-V003 第五至十三節
編製單位	卡稻農－自然資本｜資產管理
編製日期	2026/11/10 Asia/Taipei
適用場域	大湖一號田 HU-F004；HU-F0004 保留為別名
文件狀態	V001 技術草案；方法編號登錄、專業覆核、核定與生效日期待完成

方法學目的

建立大湖一號田可追溯的土壤有機碳儲量基線，據以規劃維持或提升土壤碳儲存的治理工作，透過季度環境與管理紀錄及適時重測，判斷碳儲量變化，提供合作企業自然碳匯策略、執行進度及年度揭露的證據。

可以形成的成果

本方法產出樣點或適用範圍的初始土壤碳儲量、治理紀錄、季度監測及年度成果判讀。具備可比較重測與足夠品質時，才進一步報告土壤碳儲量差值及不確定性。

適用界線

本文件為企業 ESG 專案的現地作業規範草案，不是政府審定的碳權方法，也不計算 EQI。土壤碳儲量、觀察到的增量、措施造成的額外效果及整體淨氣候效益分別說明；方法成稿不等於已執行採樣、第三方通過或企業評鑑得分。

方法核定前，先完成第十節啟動條件表；不得將本草案的建議頻率、精度或工作量視為已成立的新契約義務。

一 適用範圍與責任

建帳與調查銜接

自然資本建帳先確認治理邊界、地權、授權與企業支持範圍；本方法在有效範圍內調查環境與土壤碳，不重新建立一套邊界。沿用 HU、Scope、Survey_ID 與證據關聯，保留既有主鍵。

項目	適用規則
空間範圍	以核定圖面與面積為準；V003 所列 HU 11,967.64 m^2 及 A01 1,950.95 m^2 均為暫定幾何。面積與企業協議範圍仍須核對，不任選歷史數字。
碳庫與土層	本版核心為土壤細土中的有機碳。先導層位為 0–15 與 15–30 cm；以實際起迄深度計算，不含另未調查的植體、地表殘體及深層碳。
土壤適用性	現勘確認土壤與工具適用性；如發現泥炭、有機土、特殊粗碎粒或異常沉積，須另作技術評估，不能直接套用本先導規格。
時間範圍	基線採樣日為實際調查時間；不以簽約日、建檔日或文件修訂日代替。重測保留實際間隔與農期。
既有與新增管理	基線前已採行的自然農法列為原管理。專案新增工作另記開始日期、理由、範圍與投入。

責任分工

責任方	工作及完成依據
卡稻農	整合範圍、方法、外業、樣本鏈、計算、治理及交付；保存原始證據及更正紀錄。
地主與耕作者	確認進場、採樣、農務及灌排安排，提供實際事件紀錄；整個 HU 可控灌排不代表各子區能獨立控制。
實驗室與方法人員	確認分析與保存規格、容重定義、品質門檻、統計代表性及重測設計；出具正式檢測與覆核紀錄。
合作企業	核定支持範圍、策略、經費與用途；依實際成果驗收與揭露。第三方工作另約範圍、準則及費用。

二 調查指標與資料規格

沿用四個主指標及十六個子項。土壤碳基線四項為儲量計算核心，其餘十二項支援環境背景與管理判讀；全部保留原始值、單位與品質狀態，不設 0 至 5 分或加權總分。

主指標	子項及單位	使用重點
土壤基本條件 共 5 項	pH；EC（dS/m 或 mS/cm）；質地及砂粉黏比例；含水率；土壤溫度（°C）。	pH、EC 保存萃取液與土液比；含水率標明重量或體積基準；溫度記深度及時間。
土壤碳基線 共 4 項	SOC（g C/kg 乾細土）；乾容重（g/cm^3）；實際起迄深度（cm）；>2 mm 粗碎粒比例。	SOC 與容重須同點同層配對；粗碎粒標明重量或體積基準及處理程序。
水體基本條件 共 4 項	水溫（°C）；pH；DO（mg/L）；EC（µS/cm 或 mS/cm）。	記錄點位、水深、時間、儀器校正與農期，注意 DO 日變化。
水體營養與污染狀況 共 3 項	氨氮（mg N/L）；總磷（mg P/L）；BOD_5（mg O_2/L）。	依實驗室方法採水、保存送驗；採土不代表完成水質檢測。

每筆紀錄的必要欄位

HU、Scope、Survey_ID、方法編號及版本、點位座標與定位精度、樣本 ID、採樣日期時間、實際深度、實測值及單位、儀器或實驗室、分析方法、檢出限與品管狀態、農期水況、Evidence_ID、輸入者及覆核人。

背景資料與缺值

另存灌排、水位、資材、耕作擾動、作物與收割、稻草與殘體去向、降雨及淤積等事件。這些是背景紀錄，不增加主指標數。未施用資材須記期間與依據；不以此推論無外部污染或零排放。

狀態至少區分已取得有效值、待檢、缺測、乾涸未採、品質異常及未檢出。未檢出保留原符號與檢出限；缺測、乾涸及待檢均不填零。不同日期的土壤與水樣不得拼成同時量測。

三 採樣設計與現場程序

先導配置與代表性

沿用四個候選位置，每點採 0–15 及 15–30 cm，S02 每層另採現場重複。共八個主要位置與深度組合，加兩個重複組；原狀容重樣、分裝與分析容器另計。十組不是十個獨立空間樣點。

候選位置須依土壤、水況、地形及管理差異覆核。需要推估分區或全場時，方法人員事前選定可支持該推估的抽樣方式、精度、樣本數與權重；方便取樣或四點先導不能自動證明代表全 HU。資料不足即交付樣點結果與補採建議。

1. 出發前確認有效採樣授權、圖面、點位、工作單、工具、容器、樣品質量、保存條件、收樣時間及報價。一次八小時為安排，不等於保證所有樣本皆可合格完成。

2. 點位記座標、精度、照片、地表與水況。記錄由何種地表基準起算深度；分開地表殘體與土壤，不跨層混樣。

3. 同點同層取得 SOC 等分析樣與已知體積原狀樣。原狀樣保留採樣器體積、乾土質量及粗碎粒資料；普通散土袋不能代替原狀容重樣。

4. 土芯壓縮、破裂、漏失或深度不足須記異常並依規格重採或停用，不用名目深度填補。活根、殘體及粗碎粒依核定程序處理並留存。

5. S02 重複為獨立重取並另編碼交接，評估採樣與分析差異，不作新空間點。破壞採樣後的重測須依核定鄰近偏移規則定位，避免再採原孔。

6. 水樣依核定進排水及必要田間點位執行；先校正現場儀器，DO 等依方法現測。無水記原因，不將水圳值直接代稱田內值。

7. 樣本逐件標籤、封裝與交接，記採樣人、交接時間、保存方式及收樣狀態；照片連到樣本與證據 ID。

採樣附件的生效條件

點位與座標、分層依據、獨立點數、取樣方式、容重與粗碎粒程序、重複配置、工具及時間預演、實驗室委託規格，均須有具名核定。新增深度、點位或工時先評估成本再執行。

四 分析方法與品質管理

SOC 與容重

由實驗室確認可直接量測有機碳的方法，記儀器、前處理、乾重基準及無機碳干擾處理。總碳結果不能未經確認就視為 SOC；有機質百分比也不能直接冒充 SOC。間接估算須另列換算依據及不確定性，不與直接測量無條件合併。

本方法優先記錄有效細土容重 b＝乾細土質量÷原狀樣總體積。烘乾條件、恆重準則、去根與粗碎粒程序由實驗室列於附件；如採其他容重定義，須先完成第五節配對換算。

品質關卡	要求與異常處理
現場與交接	樣本 ID、實際深度、原狀體積、照片、保存與接收狀態須可互核；不符時記異常、限制用途或重採。
實驗室批次	取得方法版本、檢出限或定量限、校正、空白、標準或參考物質、重複分析及適用的回收或精密度結果。
現場重複	以兩份獨立重取結果評估採樣與分析合併差異；不得把分裝分析重複冒稱現場重複。
允收門檻	依方法、濃度範圍及實驗室程序，事前核定回收率、重複差異、校正及保存時限；本版不捏造通用門檻。
數據與計算	核對濃度基準、容重定義、粗碎粒基準、單位、實際深度、權重及面積。異常值先查原因，不為縮小誤差任意刪除。

重複樣比較式

$RPD(\%) = |x_1 - x_2| \div [(x_1 + x_2) \div 2] \times 100$。僅於兩值適用、分母非零且濃度足夠時使用；接近檢出限時改依核定的絕對差或其他準則。超過門檻時，調查採樣、保存與分析原因並記重作決定，不直接平均消除問題。

資料准入與覆核

品質標記、排除理由及補件結果由方法人員覆核後，才決定納入正式估算、僅作背景或不採用。數據修正保留原值、更正值、原因、人員及時間；品質規格尚未核定的批次不列正式驗收通過。

五 土壤有機碳儲量計算

先算每個樣點每一層，再彙整符合設計的樣點與分區。核心為乾細土中的有機碳濃度乘上該層乾細土質量，避免把濃度升高直接當作碳庫增加。

符號	定義與單位
SOC_i	第 i 層有機碳濃度，g C/kg 乾細土。
b_i	乾細土質量÷原狀樣總體積，g/cm^3。
d_i	實際層厚，cm。
M_i	每公頃該層乾細土質量，t 乾細土/ha。
C_i	每公頃該層有機碳儲量，t C/ha。

逐層公式

$M_i = 100 \times b_i \times d_i$

$C_i = SOC_i \div 1{,}000 \times M_i = 0.1 \times SOC_i \times b_i \times d_i$

SOC 若以百分比回報，1%＝10 g/kg。1 g/cm^3＝1 t/m^3；1 Mg C＝1 t C。名目 0–30 cm 由兩層合計，但使用實際厚度；缺層不能填零或假稱已涵蓋完整土層。

粗碎粒與容重的配對

b_i 已用乾細土質量除以原狀樣總體積，故已反映粗碎粒佔體積的影響，不再乘一次扣除係數。如果取得的是 BDfine＝乾細土質量÷細土體積，則 $b_i = BDfine \times (1 - f_v)$，其中 f_v 為 >2 mm 粗碎粒體積比例。重量比例不得直接當體積比例。定義不明即暫停計算。

分區與總量

依事前抽樣設計取得分區平均 $\bar{C}_h$；在分區內確實採等機率且可等權的設計，才用簡單平均，否則依設計權重計算。全場總量 $T(t\ C) = \Sigma[\bar{C}_h(t\ C/ha) \times A_h(ha)]$；面積 $m^2 \div 10{,}000 = ha$。

企業支持區只使用該區具代表性的資料與有效面積。沒有代表性、面積未核定或層位資料不足，則報樣點結果及適用限制，不提供全場總量。計算表保留原始值、公式、精度、輸出及具名覆核；本文件不填任何大湖實測碳量。

六 重測比較與不確定性

重測啟動與可比較性

SOC 不預設每季重驗。至少在年度技術檢討時，依預期可辨識變化、先導變異、農期、擾動及經費決定是否重測。先核定位置與偏移、採樣設計、深度、方法、參考土壤質量及品質，再開始外業。方法變更須做銜接評估；無法銜接時建立新的參考值。

等效土壤質量比較

正式變化判讀以核定的相同乾細土質量 M* 比較，避免壓實、鬆土或容重差異造成固定深度假性增減。先保留原始固定深度結果，再由各層累積細土質量建立碳量對質量的關係。此原則參考 FAO 及 IPCC；本案的 M*、補採層位與算法須另經技術覆核。[R2、R3]

若 M* 落在第 k 層，可依事前核定的層內濃度假設計算：
$C_ESM = \Sigma(i<k)[SOC_i \div 1{,}000 \times M_i] + SOC_k \div 1{,}000 \times [M^* - \Sigma(i<k) M_i]$。
須說明層內濃度假設及其誤差，不能未取到更深層就任意外推。取樣不足以涵蓋 M* 時，列不可比較或探索性差值；不可為得到正增量而事後挑選參考質量。

差值與誤差

$\Delta C = C_ESM_{本期} - C_ESM_{基線}$。年度平均變化率僅於資料適用且間隔明確時，採 ΔC÷實際年數，明列兩次採樣日期；不把任意月份差值直接稱當年成果。

不確定性至少考慮空間抽樣、SOC 分析、容重、粗碎粒、層厚、面積及等效質量校正。依抽樣設計選擇配對估計、誤差傳播或重抽樣等方法，保留相關性假設；S02 重複不增加獨立空間樣本數。信賴區間、信心水準與可偵測差值在重測前核定。非機率先導樣本不套用無依據的全場信賴區間。

判讀與歸因

有效差值及不確定範圍足以支持時，報告指定範圍土壤碳增加或減少；區間含零、資料不足或不可比較時，寫「尚無法確認增加或減少」，不寫成零變化。要歸因於措施，另需合適對照或可信參考情境與混雜因素評估；只有前後差值不足以證明企業造成的額外效果。

七 季度監測與水況背景

基線調查先建立環境及碳庫參考值;季度工作追蹤管理、環境與異常。採相同方法與可比較條件整理變化,不要求每季重做十六子項的全部實驗室檢測。具體點位、次數、時段及異常觸發條件列入核定工作單。

工作	頻率與使用規則
土壤基本條件	於基線取得;季度依核定規格及農期追蹤適用項目。質地若無土源或重大擾動改變,可引用有效基線並標日期,不偽裝本季重驗。
土壤碳四子項	基線完整配對;年度檢討重測必要性。決定重測時,SOC、容重、深度及粗碎粒須依設計一併取得,不能只重測濃度宣稱增匯。
水體基本條件	於核定季度與必要異常時段量測;記時間、水深與農期。同批最低 DO＝該批有效測點最小值,不代表全年最低值。
水體營養與污染	依風險、農期及實驗室委託規格採水;記容器、保存及收樣時間。Δ濃度只在相同單位與可比條件下使用;首次有效樣本先建參考值。
農務與灌排事件	水位、補排水、落乾、耕作、資材、收割、殘體、降雨及異常按事件記錄;未執行、取消或改期留原因。

大湖一號田的管理陳述

每年一期水稻、第二期休耕。1–4 月部分時間裸露、部分時間淹水;5 月排水曬田;6–7 月全田約 3 cm 淹水並補水;8–11 月落乾;12 月全田約 3 cm 淹水,隔年 1 月恢復交替水況。以上為計畫背景,實際日期與深度另記。

預定 2027/07/15 收割與 7 月概括淹水安排的銜接待農務覆核,不自行補寫排水或已收割。田內無水時記乾涸未採;水圳、進水及田內數據分開,均不填零或相互替代。

季度及合作年度

2027 Q1 為 1/1–3/31,Q2 為 4/1–6/30,Q3 為 7/1–9/30。祥碩合作期為 2026/10/1–2027/9/30,第四期及合作年度報告合併,依 V003 於 2027/10/15 前交付並核對有效契約。母計畫年度、合作年度與企業揭露年度分別管理,不自動延長契約。

八 治理設計與異常處理

依基線與農務需求選擇治理措施，先訂目的、位置、原管理、新增改變、負責人、成本、觀察項及停止條件。不得為追求碳數字損害農田濕地功能；也不把原有自然農法回填成專案新增工作。

治理方向	可評估工作與證據	限制或停止條件
耕作與擾動	記頻率、工具、深度與範圍，評估減少非必要擾動。	不擅自取消必要農務；壓實、作物或土壤受損時檢討。
覆蓋與田埂	記覆蓋範圍、種類、處理方式及照片，兼顧土壤與棲地。	阻水、入侵、病蟲或作業安全風險時調整。
稻草與殘體	記移出、保留或還田的數量、含水基準、日期、位置及去向。	不預設還田必然增加淨氣候效益；需留耗氧及甲烷風險背景。
灌排與水位	記補水、排水、落乾起迄與實際深度，評估侵蝕與農務需求。	異常水質、生物死亡、鄰田爭議或作物受損時暫停相關新措施。

最低治理台帳

措施 ID、Scope、原管理、改變內容、核定日及實際開始日、執行者、工作量與分母、成本或投入、農期水況、Evidence_ID、完成狀態、異常及改善、核定與覆核人。工作量未定義分母時不產出執行率。

異常處置程序

1. 保全現場、樣本、照片與時間紀錄；必要時停止相關新操作。
2. 先辨識採樣、保存、儀器、分析、計算與現地事件等可能來源，不將相關性直接當因果。
3. 由具責任人員決定補採、重驗、限制結果用途、調整措施或恢復作業；新增成本與農務變更另核。
4. 結案時記原因、影響範圍、改善及後續追蹤；未釐清則維持待確認，不能刪除不利結果。

重大場域事件

洪水、淤積、侵蝕、外來土或外部有機物輸入等可能改變碳庫與可比性，須單列事件。搬入既存有機碳不直接證明大氣新增移除；跨界移轉需評估來源與歸因，不能只看田內數字增加。

九 成果報告與宣告規則

證據狀態	允許形成的結論	不能替代的結論
首次基線有效	說明指定樣點或代表範圍及土層的初始碳儲量與誤差。	原有存量不是企業新增移除量；首次調查不能判定增量。
基線加治理紀錄	說明支持與完成哪些管理工作、進度及環境背景。	自然農法、未施化學資材或工作完成不等於已證實增匯。
有效重測可比較	報告限定範圍與期間的土壤碳差值、不確定性及判讀。	前後差值不自動等於措施額外效果，也不能外推到未調查範圍。
資料或精度不足	報告缺口與尚無法確認增減，提出改善與重測需求。	不以零、文獻平均值或其他場域數據填補本場成果。

淨氣候效益界線

若需量化整體淨氣候效益，須另訂邊界、情境及方法，納入相關 CH_4、N_2O、能源、其他碳庫與不確定性。未量測或估算的排放不填零。土壤碳量乘 44/12 僅為 CO_2 質量換算，不代表已扣其他排放的淨 t CO_2e，更不直接形成碳權或抵換額度。[R4]

季度與年度交付

季度交付實際環境值、農務水況、治理進度、品質狀態、異常與缺口。年度報告彙整有效範圍、基線、治理措施、季度紀錄、重測決定與結果、計算版本、不確定性、企業投入、限制及下年度建議。未取得重測時可交年度治理成果，不強行產出碳增量。

企業揭露對照表列評鑑年度與有效要件、企業策略、支持範圍、實際工作、證據 ID、公開位置及限制。企業依當年度規定與實際揭露辦理，不保證得分。多家支持時逐項記範圍、期間與投入，不重複宣稱同一新增碳成果為各自獨占。

覆核與分階段驗收

依序確認文件與方法、現場與樣本鏈、檢測及品管、可重現碳計算、報告與企業收受。第三方若委任，先明列對象、準則、期間、程序與限制；實驗室檢測或局部覆核不等於整份自然碳匯成果已獲確信。原始資料唯讀保存，公開摘要與授權查核資料分開管理。

十 核定附件與版本管理

以下為本方法啟動前須填妥的附件清單。提出草案不代表核定;現場執行、資料計算與企業公開內容各有准入條件。

附件	必填與核定事項	目前狀態
A 範圍與授權	有效 Scope、圖面、面積、採樣同意及企業支持範圍。	待核對有效文件
B 採樣設計	分層、點位、選點方法、代表性、樣本數與精度、實際深度、原狀樣及重複組。	四點雙層先導配置;實施細節待定
C 實驗室規格	SOC 方法、無機碳處理、乾燥基準、容重及粗碎粒定義、樣品量、容器、保存與報價。	待實驗室確認
D 品質與統計	各項允收門檻、重複比較、排除規則、權重、不確定性、信心水準與可偵測差值。	待專業覆核
E 監測與治理	季度點位與時段、送驗頻率、事件與異常門檻、農務銜接、具名責任及成本。	依 V003 方向定稿
F 重測及等效質量	重測時點、M*、補採深度、層內算法、方法銜接及費用。	啟動重測前另核
G 使用及發布	證據權限、保存安排、第三方範圍、企業宣告與版本核定。	依契約與實際需求確認

版本關係

DAHU-NCS-GOV-V003 為上位治理計畫;本草案沿用其建議的 DAHU-SOC-SOP-V001 編號。既有 FWL-BSL-MTH-V001 的 Survey 與共通資料規則延續，遇到適用衝突須書面釐清。新方法需記編製、技術覆核、核定人及生效日，正式登錄後才稱有效版本。

點位、深度、範圍、分析方法、容重、統計與主要假設變更，保留前版、理由、影響及核定;需要時升版並作資料銜接。方法文件不直接改動地權、契約、網站或 QGIS。舊事件保留原日期，不能改成新版本日期。

十一 主要依據

[R1] 卡稻農《大湖一號田 農田濕地土壤碳匯治理與監測計畫書 V003》，DAHU-NCS-GOV-V003，2026/11/10，尤其第五至十三節。

[R2] FAO GSOC MRV Protocol Annex 4，土壤碳儲量及等效土壤質量原則。
https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/MRV/GSP_MRV_Protocol_A4_EN_002.pdf

[R3] IPCC 2006 Guidelines，Volume 4 Chapter 2，§2.3.3 及等效土壤質量原則。
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_02_Ch2_Generic.pdf

[R4] IPCC 2006 Guidelines，Volume 4 Chapter 5 Cropland，稻田甲烷等相關排放須分別處理。
https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_05_Ch5_Cropland.pdf

引用為技術依據，不代表 FAO、IPCC、政府或第三方已認可本案。實施以完成核定的附件及有效方法版本為準。