

出國報告書（出國類別： 研習）

研習氣候基金會菲律賓海洋人工藻場建置 及碳匯量測技術之出國報告

服務機關：農業部水產試驗所

姓名職稱：葉信明研究員兼副所長、潘佳怡聘用助理研究員

派赴國家：菲律賓

出國期間：112 年 11 月 5 日至 11 月 11 日

報告日期：112 年 12 月 20 日

摘要

本所於 112 年 11 月 5 日至 11 日赴菲律賓參訪氣候基金會(Climate Foundation)宿霧案場。本次拜會計畫經理 Joseph Ranch Ph.D.、工作站經理 Ken Alonte，海洋生物學家 Eric Smith，養殖業者 Perfecto Tubal，並與 Brian Von Herzen Ph.D.執行董事進行線上會議，實地走訪宿霧工作站、薄荷島工作站、Basaan島養殖場及Mahanay養殖場，下水觀察拍攝實驗藻場及業者藻場結構，了解其經營模式，交流藻類養殖及海藻產品在當地應用於魚塘及農田之現況。

目 次

摘要-----	1
目次-----	2
一、 行程表-----	3
二、 目的-----	4
三、 過程-----	5
四、 心得與建議-----	19

一、行程表

日期	行程	備註
11/5	桃園直飛宿霧	長榮BR0281，8:20
11/6	與基金會成員搭乘工作船前往小型試驗藻場及太陽能供電平台，採水樣、浮潛觀察藻場結構。	
11/7	前往薄荷島，轉船前往 Mahanay 島拜訪當地業者養殖業者及工作者，了解經營模式，拍攝記錄。	宿霧 (OceanJet 10:00)- 薄荷島 - Mahanay 島-薄荷島
11/8	前往Basaan 島拜訪當地業者養殖業者及工作者，採樣、記錄。返回薄荷島前往基金會在薄荷島之工作站，參觀藻類加工情形。	薄荷島-Basaan 島-薄荷島(OceanJet 15:00)-宿霧
11/9	與基金會成員搭乘工作船前往大型試驗藻場及，採水樣，蒐集漁民樣本。與Brian Von Herzen Ph.D.執行董事進行線上會議。	
11/10	與基金會成員搭乘工作船前往大型試驗藻場及河口，採水樣、浮潛觀察藻場結構，採集藻類及魚類樣本。	
11/11	宿霧返回桃園	長榮BR0282，12:30

二、目的

全球暖化為各國必須面對之重要氣候問題，溫室氣體的平衡受到關注，在減少主要溫室氣體二氧化碳的路經中增加自然碳匯為有效率且可行的方法。海洋為重要的碳庫之一，國際研究指出海洋表層海藻的年固碳量達1,000-1,500公噸/平方公里(Duarte *et al.*,2017)，在臺灣面臨土地以及海岸線面積有限的情形下，發展開放海域的自然碳匯，對於本會2040年增加1000萬噸自然碳匯之淨零排放目標具備開發潛力。我國內海洋環境多變，各地區藻種多樣，尚需建立適合於臺灣海域的人工藻場研究，進行海洋碳通量完整基礎調查，並研究評估後續臺灣各海域藻類養殖碳匯能力，以提供我國海洋碳匯量化可依據之數值，才能建立相關管理措施，有效推動海洋增匯。

氣候基金會(Climate Foundation)於2007年由Brian Von Herzen Ph.D.執行董事成立，致力於海洋永續養殖的推動，具有夏威夷及菲律賓建置多次藻場的經驗。對於藻類生長來說，陽光以及營養缺一不可，在自然情況下，洋流及地形造成之湧升流區域將底層營養帶到海水表面，即為最佳的藻類生長區域。本次拜訪氣候基金會於菲律賓宿霧建置的試驗場為一個嶄新的概念，為使人工藻床同時具備營養以及表層陽光，建立了可上下移動的藻類養殖平台，於白天時上浮行光合作用，晚間下沉吸收海裡沉降的營養，本平台需要能源驅動泵以進行上下移動，逐步於2022年底完成太陽能浮台建置，希望能自給動力。基金會於該地具有多樣才能的高技能專業人士組成，來自各種背景，包括海藻養殖、微生物學、漁業、焊接、工程、化學、銷售、潛水和建築等領域，實際經驗範疇使團隊能夠有效地開發和實施切合當地社區需求的創新解決方案，每位團隊成員都貢獻了獨特的技能和知識，在重要的環境和經濟發展項目上取得有意義的進展，從而改善生活。藻類碳匯研究技術由臺灣大學任昊佳副教授實驗室負責宿霧藻場的參數採樣和量測分析，本所擬於臺灣團隊採樣期間實地參與作業並拜訪當地相關工程師及研究人員等進行研習。

本所目前正建立藻場碳匯調查技術，並進行海上人工表層藻場的設計建置，希望能量化我國大型藻類碳匯，並同時建立大型藻類業者養殖技術鏈，該藻場具有於溫暖海域養殖藻類的經驗，並具備太陽能與藻場結合的工程技術。本所設施為推廣示範場域，因計畫目標藻場構造與宿霧不盡相同，但其工程整合技術、養殖技術及碳匯量測技術皆有可借鏡之處，擷取其經驗有利我國海洋碳匯順利推動。為考察菲律賓具經濟效益的藻類養殖產業，以及了解氣候基金會為達成海洋自然碳匯目的之新穎研究，派遣葉副所長信明等2員赴菲律賓研習，考察當地海洋人工藻場之產業及研究進展。

三、過程

本所於 112 年 11 月 5 日至 11 日赴菲律賓參訪氣候基金會(Climate Foundation)宿霧案場。本次行程與本所合作單位國立臺灣大學地質學系任昊佳副教授及相關計畫成員一同前往菲律賓，中途與中央研究院環境變遷研究中心何東垣研究員會合參訪。前後拜會計畫經理 Joseph Ranch Ph.D.、工作站經理 Ken Alonte，海洋生物學家 Eric Smith，養殖業者 Perfecto Tubal，並與 Brian Von Herzen Ph.D.執行董事進行線上會議，實地走訪宿霧工作站、薄荷島工作站、Basaan島養殖場及Mahanay養殖場，下水觀察拍攝養殖環境、實驗藻場及業者藻場結構，了解其經營模式，交流藻類養殖經驗及海藻產品在當地應用於魚塘及農田之現況。



圖1 拜訪場域位置示意圖

1. 氣候基金會宿霧工作站

本所及同行人員11月 5 日(日)中午抵達菲律賓宿霧市，由氣候基金會本計畫經理 Joseph Ranch Ph.D.帶領前往氣候基金會位於Compostela的工作站，整備自臺灣攜帶之調查工具及設備，並介紹工作站周邊環境及地理位置(圖1)。此區為當地民眾生活空間非國外觀光客景點，沿岸不時有當地民眾遊憩之海灘，前門為城市主要幹道，後門即為海岸，本身約一座網球場大小，具備簡略之工程工作室、生物實驗室、藻類加工空間、加工成品倉儲空間及一艘動力小船(圖2)，另有休憩場所、廚房及休息空間。



圖2 計畫經理 Joseph Ranch Ph.D.介紹宿霧工作站環境



圖3 宿霧工作站直接連接海岸，基金會自有小船(右)，租用之交通及送貨船(左)

11月6日(一)為工作日，陸續見到工作站經理 Ken Alonte，海洋生物學家 Eric Smith及其他成員，宿霧工作站外有兩個實驗型升降藻類養殖圓形平台附太陽能供電設施，簡稱大圈及小圈，整體人員約為20人，在宿霧工作站為15人，其中美籍成員約4人，主要工作包含藻場工程設計維運、藻類採收量測、製作包裝海藻液及平台升降控制等；薄荷島工作站5人，工作為海藻加工製作海藻液。多日接觸下，發現除所謂員工，尚有許多臨時人力、員工家眷及外部養殖業者共同支持協助營運整體計畫。



圖4 與氣候基金會成員合影，前排左為工作站經理 Ken Alonte

2. 小型升降養殖平台(小圈)

11月6日前往小圈調查海水碳化學，7點即出海進行作業，基金會本身平時使用小船作業，但該船太小無法使用科儀設備調查，另租用一艘交通船用於試驗，採樣約4小時，回工作站後下午臺大團隊繼續過濾及測量作業。工作站出海工作不受潮水限制，本時期潮水變化不大。兩個藻類養殖設施各有一個太陽能供電平台(圖5)，從海底連接電纜到藻場，提供藻場上升下降所需電力，從工作站出海2分鐘即可到達小圈之太陽能平台(圖6)，再行駛10分可到達小圈。基金會每天都會駕小艇到大圈及小圈的控制平台操作，6點多讓藻場上升，下午3點半讓藻場下降到約100公尺深。

兩個藻場的養殖海藻都是卡帕藻，以漁網作成的長管裝著(像是袖套一樣)，從圓心連到圓周(圖7、8)，每周都會採收部分藻類樣本量測成長情形，並加工使用。除養

殖之卡帕藻，大小圈皆混長許多藻類物種。



圖5 實驗藻場及工作站位置示意圖



圖6 小圈之太陽能供電平台，升降示意圖(引用自基金會官網)



圖7 養殖藻類用的漁網



圖8 小圈藻類養殖網及設施，採收需浮潛作業

3. 大型升降養殖平台(大圈)

11月8-9日前往大圈進行海水調查，並觀察其生態。大圈除升降藻場外，在旁邊另設有一方型藻場在海表不隨之升降，以作為對照組觀察海藻生長差異。大圈結構參考圖9，由遠至近依序為太陽能供電平台、藻場、控制台及對照組。藻場下方另有裝設一組網具收集藻類沉降，用於養殖藻類碳匯調查(圖11)。



圖9 藻場設施配置，圖中由遠至近為太陽能平台、藻場、升降控制台及對照組。

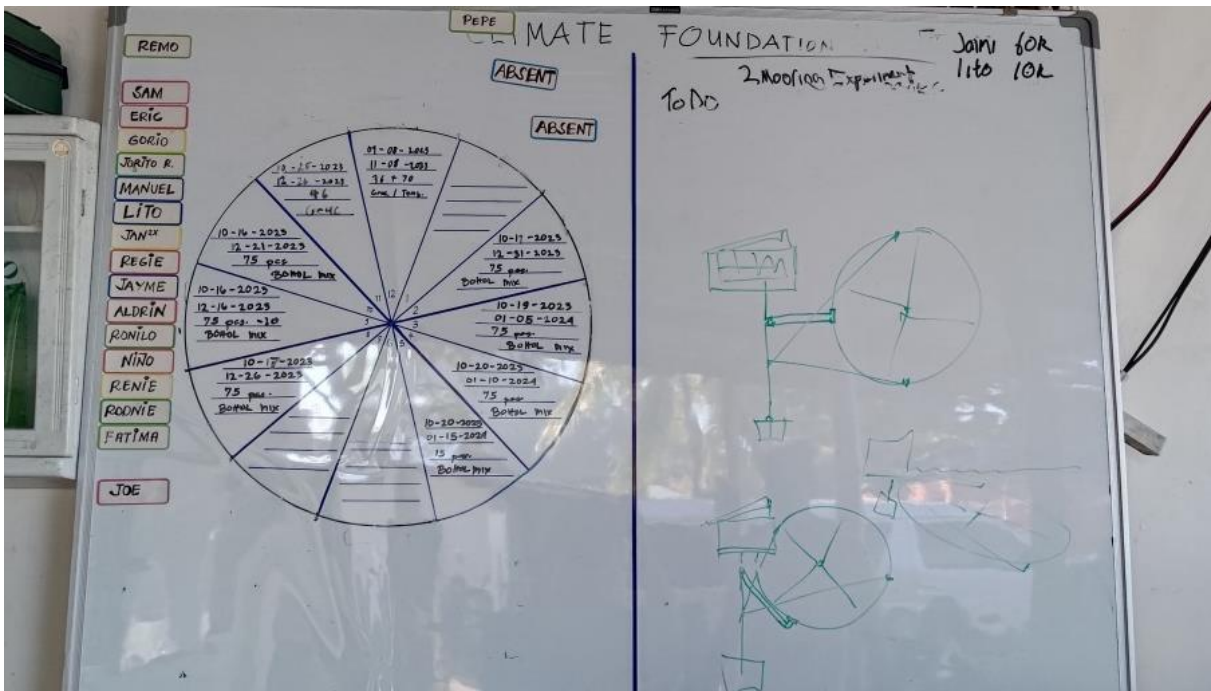


圖10 大圈工作期程安排。



圖11 藻場下方用於調查藻類沉降情形之網具。

大圈藻類維護間隔時間較長，因此雜藻長非常多，樣本經由同行藻類專長成員康瑞軒初步鑑定有叉珊藻、魚棲苔、腸滸苔、砂菜、硬毛藻、團扇藻、網石蓴及龍鬚菜等，及數種無法鑑別的藻類(圖12)。



圖12 藻場混長之部分種類

初步觀察大圈生物相，藻場下方有多種雀鯛及附著性生物(圖13、14)，附近聚集許多單人釣船，直接在海上向其購買漁獲，數十尾主要為脂眼凹肩鰺及巴鰻(不吃海藻)，另有一隻條紋豆娘魚(吃海藻)(圖15)。以手抄網檢視聚集魚種，共採獲兩尾鰯科，稚魚僅聚集在對照組區域，整群皆為天竺鯛科，另有海跳蝦等生物(圖16)。大、小圈皆有成群之水針於海表。晚間也可發現漁船開燈在大、小圈附近作業。



圖13 對照組下聚集之稚魚



圖14 藻場下方附著生物，聚集多種雀鯛



圖15 藻場聚集釣船及其釣獲之漁業資源



圖16 藻場聚集之生物，含鰯科魚類、天竺鯛科稚魚及海跳蝦。

4. Mahanay島及Basaan島業者養殖藻場

11月7日乘渡輪前往薄荷島，基金會的養殖業者 Perfecto Tubal及該地養殖業者接待並帶領轉搭小型交通船前往Mahanay島，11月8日則拜訪另一處業者養殖藻場Basaan島。兩島外圍皆由紅樹林包圍，沙灘由紅樹林向外連綿百公尺。海藻以塑膠繩網養殖(政府規定之材質)，以前的浮子是用保麗龍，後來都直接採用舊寶特瓶作為浮子。養殖水深約在膝蓋至胸部之間，在大潮期的乾潮時藻類有可能完全離水，但只要不曝曬即可存

活(圖18)。兩島嶼皆養殖卡帕藻，目視可分成鮮綠色、橘紅色及褐色三種，混有馬尾藻在藻場中成長，業者會一併採收，業者口述當地名稱種類分別有卡帕藻：Sacol、bola-bola、Vanquard(圖19)，及麒麟菜：Sparkle，綠色的具有鮮食之經濟價值，另外兩種顏色口感不好作為卡帕膠使用。

Mahanay島養殖面積為200公頃，每月約採收100噸，共1000人力，當地法律規定每工人每天只可工作1公頃面積。Basaan島較小，養殖面積也較小，但是混養的馬尾藻較多，因此整體產量較Mahanay島高，但產值不如Mahanay島。



圖17 兩島嶼皆由紅樹林包圍，沙灘由紅樹林向外連綿百公尺。



圖18 上:工作人員採收並清除雜藻，蹲著作業，避免彎腰。

下:養殖業者為大家介紹藻種及藻繩。



圖19 業者養殖之卡帕藻，鮮綠色者可用於沙拉。

5. 薄荷島工作站及市場參觀

11月8日拜訪薄荷島工作站，由成員示範藻類加工過程。向養殖業者收購之海藻送到工作站打碎，壓出液體(共2次)，液體加入某種酵素放一個月以上，做成海藻液，他們慣稱為seaweed juice，分別用於農業、魚類養殖，由於菲律賓當地化肥較貴，計畫希望推廣農民接受使用海藻液增加植物生長，減少農業蟲害，另用於漁業養殖，可增加魚類食物，目前僅推廣贈送。榨汁後剩下的藻渣會混入豬飼料使用。



圖20 海藻打碎及榨汁加工作業。

Guaranteed US quality



Made in the Philippines

BIGgrow.online

Philippine crop enhancer





GIVE YOUR PLANTS A HEAD START



Includes organic bug repellent



Plants grow bigger & faster

Costs **60%** less than alternatives!

BIGgrow.Fish

Grow Fish & Shrimp Sustainably and Economically





TILAPIA
MILKFISH
PENAEUS VANNAMEI (WHITE SHRIMP)

Climate Foundation is a non-profit registered in the USA and in the Philippines under Company Registered no.: 2021100029364-14, Climate Foundation Inc.

For more information, please contact:

MR. PERFECTO "PEPE" TUBAL
 pepe@climatefoundation.org
 09559747007 / 09086983040
 RLG TOWNHOUSE, DOOR 2 POB, KAPAWAN ST., TALIBON, BOHOL





圖21 製作文宣並將瓶裝成品送農田及魚塘推廣使用。

參觀薄荷島市場販售水產，約有2攤販售新鮮海藻。共3種海藻，一種為當地野生種臺灣無紀錄，另外為鮮綠卡帕藻及葡萄蕨藻，整體每公斤約80-150元菲幣，換算臺幣約為45-85元，一般民眾買回家加上大蒜、辣椒、檸檬汁及香料攪拌製成沙拉使用，不過本次行程在外用餐、小販或是商店皆找不到海藻現成食品點餐或購買。



圖22 市場販售有3種新鮮海藻，上為野生種台灣無，下右為葡萄藻，下左為卡帕。

四、 心得與建議

本次前往氣候基金會位於菲律賓宿霧之人工藻場進行研習，有效提升本所對於人工藻場建置及藻類養殖產業經營的認識，借鑒對方多年來的相關經驗。相關心得與建議如下：

1. 氣候基金會進行之浮動式升降藻場實驗，本身具備工程、藻類市場及生物相關領域成員執行，不足之處邀集各方專家，例如海洋化學、加工、農業、社會等領域提供專業協助，並投入大量工作人力維持藻場及工作站運作，在工程的執行面上甚為突出，且計畫構想具備新穎性，因此獲得資金關注。
2. 本次參訪之菲律賓各島嶼海岸皆非觀光地點，位於該國7000多個島嶼中內圍的區域，本次行程有5天乘小船在海上工作行動及移動，海上不見垃圾漂浮，海岸亦無垃圾堆積，可能管理得當且國外垃圾不會漂到此處。各地海浪平緩風勢小，及四季天候溫和，氣候基金會人員浮潛工作，或藻類養殖業者泡在海水中採收，工作環境安全且不需看天氣作業，具備地理及天候優勢。
3. 菲律賓民眾具有購買新鮮藻類作為家用沙拉之生活習慣，在不經加工製程下，即可到達消費者手中，若我國在開發大型藻類養殖產業，應同時構想藻類加工產品及新鮮應用之途徑及推廣。
4. 回國後經與部內其他試驗場所交流，了解到海藻具鉀，基金會發展的產品可能可讓植物細胞壁變厚來防蟲害。而大型褐藻萃取物為免登記植物保護資材，廣泛應用於促進經濟作物生長，目前市售相關產品之原料多為進口，若推動海上養殖藻類經營可參考此應用方向。