

一兼二顧的降溫法寶－淺談花蓮產業減緩溫室效應的可能性

作者：

余嘉。國立東華大學附設實驗小學。六年孝班。  
王穎柔。國立東華大學附設實驗小學。六年孝班。  
王苡澄。國立東華大學附設實驗小學。六年孝班。  
劉芊妤。國立東華大學附設實驗小學。六年信班。

## 一兼二顧的降溫法寶－淺談花蓮產業減緩溫室效應的可能性

### 壹、前言

#### 一、全球暖化的影響

目前全球暖化籠罩全世界，不僅影響全球氣候的穩定，更使氣溫更加上升。『全球暖化使得全球平均氣溫升高，導致冰山溶解、海平面上升；氣候的異常導致極端氣候如熱浪、乾旱、森林大火、暴雨、水患、暴雪等，全球暖化不僅是氣候受影響，更衝擊對環境極為敏感的生態，人類的影響包括排放二氧化碳、甲烷和氧化亞氮等溫室氣體，若此情況持續下去，全球溫度很有可能在未來數十年持續上升，科學家預測在下一個世紀內，全球升溫可能達到華氏 2.5 度到 10 度（約攝氏 1.4 度 5.6 度）。』

#### 二、各國政府的努力

為了減緩人為影響所造成的全球暖化，各國紛紛在各方面開始努力，『美國總統歐巴馬在 2015 年時簽署行政命令，要求聯邦政府的各單位要以 2008 年的溫室氣體排放量為基準，在未來的 10 年（也就是 2025 年）必須減少 40% 的溫室氣體排放，電廠必須在 2030 年底以前，減少 30% 的碳排放量；法國總統歐蘭德在 2016 年宣布，法國將在 2023 年前關閉所有燃煤發電場；中國在 2008 年發布「中國應對氣候變化的政策與行動」白皮書，顯示中國也在氣候變遷上採取行動，但在考量經濟快速發展及減緩溫室效應兩者之間必須做出平衡，因此提出「低碳經濟」，以能在發展國家的前提下努力；英國承諾將在 2025 年前淘汰燃煤發電廠；巴西在 2015 年制定相關法規，包括以 2005 年為標準，至 2025 年前減少 37% 的溫室氣體排放量，2030 年減少 43%；德國也說將在 2050 年前削減溫室氣體排放量高達 95%；加拿大政府表態說會追隨美國的腳步，並在減少溫室氣體排放的議題上，做法與美國一致；日本繼京都議定書之後，在 2010 制定「氣候暖化對策基本法」草案，確認其減量目標，中期目標為：2020 年前以 1990 年的水準來看減少 25%，更訂定長期目標為：在 2050 年前，溫室氣體排放量以 1990 年的水準來看減少 80%。』（註一）

#### 三、溫度創新高的證據

儘管各國非常努力，但人為影響的全球暖化似乎沒有減緩的跡象，各大新聞台也指出今年夏天，全球受到異常高溫侵襲，整個北半球都受到異常、甚至破紀錄的熱浪侵襲。這種情況已經持續近 2 個月，至今仍然沒有緩解的跡象，YAHOO 新聞也指出在 7 月，『持續的熱浪加上高濕度，導致中國數千人死於中暑。英國首次記錄到超過攝氏 40 度的高溫；法國、西班牙、地中海、中東和北非地區，都出現了破紀錄高溫；西歐部分地區及俄羅斯的氣溫比年均溫高出攝氏 2 度以上；熱浪不僅造成歐洲逾千人死亡，更助長野火席捲南歐地區。』（註二）

從以上證據可以說明，全球暖化的趨勢正在持續中，而各國政府的減碳作為，都無法追上全球暖化的趨勢，使得我們迎來史上最熱的夏天，故此，若不能從消極的減碳作為來阻擋暖化的趨勢，我們有沒有可能從積極的固碳來減緩呢？本文希望能藉由文獻的收集與整理，自理解溫室效應的機制開始，來探討全球溫暖化的原因，並期望能釐清天然的固碳機制，能否協助人類度過全球暖化的危機，最後希望能整合花蓮在地的產業為全球暖化盡一份心力。

## 貳、正文

### 一、溫室效應的機制與影響

#### (1) 溫室效應的機制

太陽是地球的主要能源之一，太陽光主要是短波輻射(紫外線)，照到地球時，『會有一部分穿過大氣中的二氧化碳、甲烷、一氧化二氮、臭氧、氟氯碳化物等溫室氣體，部分被反射回宇宙』（註三），『有 47% 的能量被地表吸收，晚上再以長波輻射(紅外線)的方式，向宇宙散發白天吸收的能量』（註四），抵達地球表面陽光經地表反射後波長較長，『大氣對長波輻射的吸收力較強，所以被二氧化碳等溫室氣體再次吸收，不容易散失於大氣外』（註五）。於是能量在溫室效應的作用下，反覆被利用於加熱地表，使得地球的氣溫上升。



圖一、手繪溫室效應機制圖

#### (2) 溫室效應的影響

如果地球沒有溫室效應，就會冷得不適合人類居住。據估計，如果沒有溫室效應，『地球表的溫度會是 $-18^{\circ}\text{C}$ 。正是有了溫室效應，使地球平均溫度維持在 $15^{\circ}\text{C}$ 』（註六），所以溫室效應也能對地球有好的幫助。但隨著工業與現代化社會發展溫室氣體持續增加，IPCC 氣候變遷的五次評估報告指出預計『世紀末升溫大約 1.5 度，最高可能升溫 4.8 度、2035 年前最高可能升溫 0.7 度』（註七），GREENPEACE 指出『溫室效應的惡化不僅讓氣候模式受影響，更衝擊對環境極為敏感的生態，甚至引起大規模物種滅絕，以及糧食危機等問題』（註八）。所以如果人類不再減少碳的排放量，將阻止不了溫室效應的惡化。『人類活動使大氣中溫室氣體含量增加，由於燃燒化石燃料及水蒸氣、二氧化碳和甲烷等產生排放的氣體，加上大幅度開墾林地、拓展農業和工業發展，致使溫室氣體濃度越來越高』（註九），經過一世紀的累積下，大氣中溫室氣體過量，大氣留住過量的輻射，加劇溫室效應。『北美洲中部及歐亞大陸內陸會因溫室效應加據而乾旱，而沿海地區則面臨著因兩極冰融而造成淹沒的危險，而所有著

名的海港城市，如上海、紐約，以及台北均將減頂』（註十），也可能會『使海洋環流的流速下降，而減緩了海洋環流傳輸熱量，引起更劇烈的氣候變化，可能改變降雨模式和亞熱帶地區的沙漠化，由於海洋平均溫度升高，水較容易蒸發進入大氣，導致部分地區降雨量升高，造成暴雨』（註十一）。『對台灣的影響則包括，海平面上升會增加海水倒灌機率，還會減少陸地使用面積，對淺海養殖業生態將產生衝擊，也會對棉花、黃瓜、稻米等作物造成響。而且氣溫上升，降雨量減少，玉米將減產 10—20%、小麥減產 7—8%，整體農作面積將逐漸減，也可能會增加感染漢他病毒、登革熱、腦炎、過敏性氣喘等疾病』（註十二）。

## 二、自然界中的碳循環

在地球碳循環上，陸地與海洋各自吸收與釋放的碳量，本來是穩定的動態平衡。植物藉由光合作用一年固定下來的碳（120GtC，1GtC=10 億噸碳），會有一半（60 GtC）因自身呼吸作用返回大氣，另一半則經由土壤中微生物的呼吸和分解作用返回大氣。但由於人類大量燃燒石化燃料、改變土地利用林產品為讓整體碳循環平衡，目前除了將人類的碳排放降低，還可從大自然回收與釋放碳的路徑下手，若減少這大量的碳排放，將更易有效達到「碳中和」（註十三）。要釐清此一問題，我們先從認識自然界中碳循環如何達到平衡開始。碳循環的方式會依場域不同而有所差異，主要可分為三種：

1. 「陸地與大氣」之間的交換：指的是陸地上的生物透過呼吸作用和光合作用，使二氧化碳有所循環。
2. 「大氣和海洋」間的交換：可以透過海洋中的浮游生物進行呼吸作用、光合作用，也能藉由因為生物作用而形成的碳酸鈣沉澱配合深海的溶解作用，還有二氧化碳對水的溶解與揮發等作用，使碳在海洋及大氣間循環。
3. 「火山作用」：火山作用會釋出二氧化碳。（註十四）

### （一）碳匯與碳源

碳循環也可以分成兩部分，「碳源」與「碳匯」，二氧化碳都是在兩者中佔最多的。「碳源」就是指大氣中碳的來源，也就是自然界中將碳釋放到大氣中的源頭，像是生物的呼吸作用與動植物遺體被分解，以及現今工業中燃燒化石燃料，都是碳源的形式，而這種形式所排出的碳，以二氧化碳為主；還有人類為了開發土地進行綠地及熱帶雨林的砍伐，讓原本幾十年來都待在大自然植被的二氧化碳釋放到大氣中。「碳匯」是指從空氣中清除二氧化碳的過程、活動和機制，讓二氧化碳暫時或長期留在吸收體中，所以吸收體中的碳匯聚物會儲存不同形式的碳，等於具備吸收大氣中二氧化碳的能力。在工業化之前，陸地生態系統每年通過光合作用固定的碳元素，和通過呼吸作用返回到大氣中的碳元素，大致是保持平衡的狀態（註十五）；工業革命後，大量燃燒化石燃料，等於二氧化碳從地底下被釋放到大氣中，所以溫室氣體濃度增加，導致溫室效應日趨嚴重。原本在大自然中的碳循環，每個碳儲存庫之間的碳交換大致上是平衡的，而大氣中的二氧化碳濃度也穩定，但是經過人類活動的影響，使得全球的碳循環遭到破壞，嚴重改變了碳循環的過程：幾億年前地球在岩石圈中儲存下相對穩定的化石燃料，難以和其他碳儲存庫發生作用，但是人類把它們從底下挖出來燒掉，短時間內加速了它們和其他碳儲存庫之間的交換。（註十六）

根據聯合國國際氣候變化專門委員（簡稱 IPCC）在 2013 年發表的報告說明，工業革命後，人類活動使用的化石燃料增加 3,650 億噸，而地表植被的碳含量減少了 300 億噸，從地表或地層減少的碳被釋放到大氣和海洋中，因此大氣中的碳含量增加了 2,400 億噸，海水含碳量增加 1,550 億噸，增加的幅度大約為 41%。

因為人為的影響，導致碳循環受到干擾，而讓大氣中的溫室氣體濃度飆增，致使溫室效應如此嚴重。為了力挽狂瀾，各國在 1992 年簽署了「聯合國氣候變化綱要公約」，在公約中提出「減緩」和「調適」兩個策略。「減緩」指的是減少溫室氣體的排放，或者以封存、捕獲、再利用的方式來降低大氣中溫室氣體的含量。「調適」的目的是在得知氣候變遷的衝擊已無法避免的狀況下，該思考會有哪些天災發生，並對這些災害做出相對應的防範措施，或者選擇優先投入哪個資源的保護。(註十七)



圖二、碳循環示意圖

### 三、比較自然界碳捕獲的優缺點

從以上段落我們可以瞭解，自然界中碳的循環機制，在這個循環的過程中，科學家發現其中大大小小的生物，能發揮意想不到的儲碳與固碳作用，也有一些關鍵物種，對於維護森林、海洋自然棲地健康特別重要。

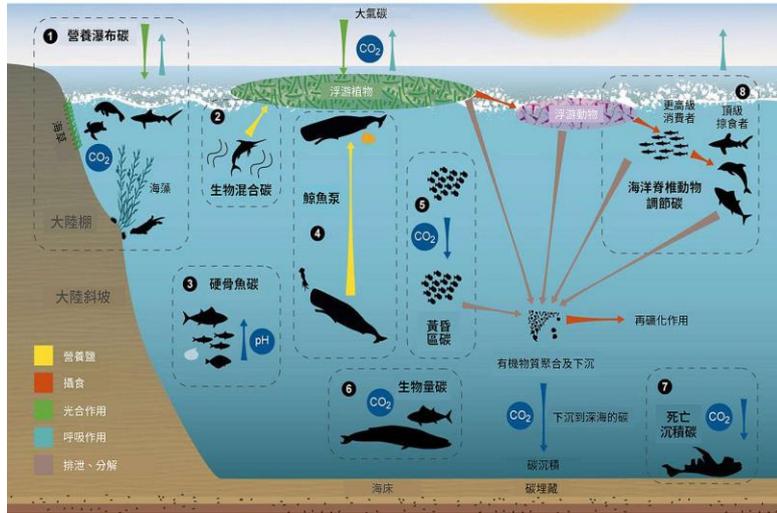
以上個章節中談到的碳庫－森林，林中的樹木就是很重要的固碳生物。『樹木本身就具有光合作用的特性，吸收大氣中的二氧化碳並釋出氧氣，雖然同時也會因呼吸作用排出二氧化碳，光合作用會將碳元素在樹木體內轉化為有機形式加以固定，經過時間累積而形成木材組織。』(註十八)

在海洋中，能固碳的生物也不少，例如：海藻雖小，吸碳能力超強！所有海藻相加吸收的碳量，相當於四個亞馬遜雨林。海藻光合作用時，會製造氧氣吸收二氧化碳，地球上 50% 的氧氣都是藻類至製造的。

文蛤的殼的主要成分是碳酸鈣，製作殼時，是利用水中的鈣離子與二氧化碳製成，因而固碳。『台灣文蛤產業每年至少可以固定一萬公噸的二氧化碳。』(註十九) 這也對減碳貢獻了一份心力。

『磷蝦日間於表層行光合作用、將二氧化碳轉為有機物的浮游植物被磷蝦帶到深海消化。未能吸收的有機物隨磷蝦糞便沉入海底，成為生物幫浦。』(註二十)

這些磷蝦最後會成為大型鯨魚的食物來源，而『大型鯨魚一生的儲碳量非常可觀，好比一棵汎泳海中的大樹！大型鯨魚一生平均從大氣吸收 33 公噸的二氧化碳，死後，軀體與吸收的碳便沉入並深藏海底，封存幾個世紀。』（註二十一）



圖三、海洋生物固碳示意圖

這些能夠固碳的生物，若我們能善加利用，牠們會從碳源移除到自然界中的碳匯中，以下是我們將他們的固碳能力整理出來的表格。從表中我們可以發現，最微小的藻類是固碳效果最好的一群，其次是文蛤，再來才是藍鯨和樹木，而經過調查發現，花蓮本地就有水泥廠使用綠藻固碳，以及養殖與文蛤同是二枚貝類的黃金蚬產業，這是否能為減緩溫室效應帶來貢獻呢？

表一：各類生物固碳能力比較

	藍鯨	樹	文蛤	藻類
固碳的方式	以大量的磷蝦為食(註二十二)	光合作用	固碳成為殼體(註二十三)	光合作用(註二十四)
吸收二氧化碳量(公克)/每公斤生物重	186	10	216	1600~2000
固碳能力排名	3	4	2	1

#### 四、花蓮在地產業的碳捕獲

花蓮的水泥工業全台聞名，水泥工業也被視為碳排的大戶，但『在花蓮和平水泥廠，已經建立了第一代鈣迴路碳捕捉試驗廠。』（註二十五）『原因就是水泥在製造過程中會產生相當多的二氧化碳，除了惡化溫室效應，也可能造成空氣汙染。』然而以目前

的鈣迴路捕獲技術，每小時可捕獲 1 噸的二氧化碳。』(註二十六)『換算下來，每年可減少 5,000 多噸的二氧化碳排放量。』(註二十七)『這項發明不僅協助台泥公司利用捕獲的二氧化碳養殖微藻，也能提取可用於美容保養品、健康食品的高價原料。』(註二十八)，針對碳排大戶水泥廠使用工業技術捕獲產出的二氧化碳，再將二氧化碳用來養殖固碳能力最高的微藻，再從其中提取生物源的原料生產商品，這就是一種循環經濟的概念，但除了商品的製作外微藻還有甚麼功能呢？

而從上一小節的討論我們認識到了文蛤也是重要的固碳幫手，而花蓮壽豐鄉養殖的黃金蚬是全台黃金蚬產量的大宗，同樣生為二枚貝類的黃金蚬其殼體亦為碳酸鈣構成。從資料指出『常見的淡水性養殖貝類以蚬（俗稱蚶仔）』(註二十九)就能夠以自然的方式有效的減緩溫室效應。『由於黃金蚬殼的主要成分為海水中的鈣離子與二氧化碳，因此黃金蚬，文蛤、牡蠣等貝類生長過程能融化水中的二氧化碳，轉化成外殼，幫助固碳、減緩溫室效應。』(註三十)『而花蓮因環境空氣清新，沙礫地擁有清澈乾淨的湧泉』(註三十一)，是黃金蚬的主要產區。『花蓮最大的黃金蚬養殖業者立川漁場發現，黃金蚬養殖單位產能面積每年每公頃三十噸，碳隔離能力為單位森林的 4.48 倍，成果比森林好。』(註三十二)以自由時報紀錄，『花蓮黃金蚬年產量為 569 公噸。』(註三十三)『以大文蛤殼乾重佔總重的 51.6% 的資料，來計算當年產生的殼乾重約為 293.6 公噸，碳酸鈣含量為 278.6 公噸，預估可固定二氧化碳量為 123.1 公噸』(註三十四)，但相較於全台文蛤的產量及固碳量還是顯得較少(表一)。因此，若能擴大養殖黃金蚬面積，不僅能對固碳及防治二氧化碳、減緩溫室效應更有幫助，也能使壽豐鄉的黃金蚬產業越來越發達。

表二、文蛤黃金蚬產值與固碳能力比較表:

	產值	殼重	二氧化碳量
文蛤	49500 公噸	25500 公噸	10700 公噸
黃金蚬	569 公噸	293.6 公噸	123.1 公噸

和平水泥廠的鈣迴路碳捕捉試驗廠，能以捕獲到的二氧化碳養殖藻類，而透過實地訪查立川魚場與養殖黃金蚬，我們發現藻類正是立川魚場黃金蚬的餌料，若能異業結合，花蓮可以打造一條龍式的永續固碳產業鏈，不但有水泥可用有黃金蚬可以吃，說不定可以為花蓮的產業升級以及減緩全球暖化，貢獻一份心力。

## 參、結論

一、地球的溫室效應，因人類的活動造成碳排放大增而加劇，不只升高溫度也對全球的氣圈水圈等循環產生影響，而各國的減碳作為不彰，也使得問題無法解決。

二、地球本身透過碳源與碳匯的機制達成碳循環的良好平衡，但人類活動將大量的化石燃料排放到空氣中，破壞了此一平衡。

三、透過各類碳捕獲生物的比較，我們發現固碳能力最好的是藻類，而文蛤第二，若能以養殖技術大量繁殖，可為全球暖化盡一份心力。

四、花蓮和平水泥場以捕獲的二氧化碳養殖藻類，而藻類是立川金蜆的餌料，若能異業結合，能在花蓮產生一條龍的永續固碳產業鏈，或能使花蓮的產業升級與減緩全球暖化。

#### 肆、引註資料

註一、科技大觀園。<https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/C000003/detail?ID=9a64da7c-86df-47bb-b9d3-36627ad815f0>。（檢索日期 2022/9/24）

註二、全球就像大烤爐！照片揭示地球現在究竟有多熱。

<https://tw.news.yahoo.com/news/%E5%85%A8%E7%90%83%E5%B0%B1%E5%83%8F%E5%A4%A7%E7%83%A4%E7%88%90-%E7%85%A7%E7%89%87%E6%8F%AD%E7%A4%BA%E5%9C%B0%E7%90%83%E7%8F%BE%E5%9C%A8%E7%A9%B6%E7%AB%9F%E6%9C%89%E5%A4%9A%E7%86%B1-103600665.html>（檢索日期 2022/9/25）

註三、環境資訊中心。<https://e-info.org.tw/column/eccpda/2004/ec04052501.htm>。（檢索日期 2022/9/24）

註四、維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%A9%E5%AE%A4%E6%95%88%E5%BA%94>。（檢索日期 2022/9/24）

註五、環境資訊中心。

<https://e-info.org.tw/column/eccpda/2004/ec04052501.htm>。（檢索日期 2022/9/24）

註六、維基百科。

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%B8%A9%E5%AE%A4%E6%95%88%E5%BA%94>。（檢索日期 2022/9/24）

註七、能源知識庫。

[https://km.twenergy.org.tw/Data/db\\_more?id=564](https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=564)。（檢索日期 2022/9/24）

註八、GREENPEACE。

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/22703/%E4%BB%80%E9%BA%BC%E6%98%AF%E6%B0%A3%E5%80%99%E8%AE%8A%E9%81%B7%EF%BC%9F%E5%85%A8%E7%90%83%E6%9A%96%E5%8C%96%E7%9A%84%E5%8E%9F%E5%9B%A0%EF%BC%9F%E6%9C%89%E5%93%AA%E4%BA%9B%E5%BD%B1%E9%9F%BF%EF%BC%9F/>。（檢索日期 2022/9/24）

註九、GREENPEACE。

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/27689/%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%95%88%E6%87%89%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%EF%BC%9F%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%B0%A3%E9%AB%94%E6%9C%89%E5%93%AA%E4%BA%9B%EF%BC%9F%E8%88%87%E5%85%A8%E7%90%83%E6%9A%96%E5%8C%96%E6%9C%89/>。

（檢索日期 2022/9/24）

註十一、10.3 從古氣候學觀點看全球變遷。

<http://gis.geo.ncu.edu.tw/gis/globalc/chap1003.htm>。（檢索日期 2022/9/24）

註十二、GREENPEACE。

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/27689/%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%95%88%E6%87%89%E6%98%AF%E4%BB%80%E9%BA%BC%EF%BC%9F%E6%BA%AB%E5%AE%A4%E6%B0%A3%E9%AB%94%E6%9C%89%E5%93%AA%E4%BA%9B%EF%BC%9F%E8%88%87%E5%85%A8%E7%90%83%E6%9A%96%E5%8C%96%E6%9C%89/>。

（檢索日期 2022/9/24）

註十三、環境資訊中心。<https://e-info.org.tw/column/eccpda/2004/ec04052501.htm>

。（檢索日期 2022/9/24）

註十四、失控的碳循環？

暖化的科學（四）：失控的碳循環？最新文章 - 科技大觀園 (nat.gov.tw)

註十五、要想生生不息，生命基“碳”运行的热源，究竟是什么？

要想生生不息，生命基“碳”运行的热源，究竟是什么？腾讯新闻 (qq.com)

註十六、土壤碳儲存：全世界都在關注氣候問題，它就是地球碳中和的救星！

【投書】土壤碳儲存：全世界都在關注氣候問題，它就是地球碳中和的救星！ | 楊秋忠 / 多元發聲·讀者投書 | 獨立評論 (cw.com.tw)

註十七、失控的碳循環？

暖化的科學（四）：失控的碳循環？最新文章 - 科技大觀園 (nat.gov.tw)

註十八、林裕仁。森林減碳能力之推算方法。林業試驗所。第 193 期。網頁是期刊。

註十九、周昱翰、葉信利。養殖文蛤對鈣之需求及固碳作用。水試專訊。072。47-49。

註二十、辛酸蝦生誰人知？固碳、心血管救星多重人設 磷蝦面臨生存危機。

<http://ddpp.ntu.edu.tw/in-depth-coverage/1347-project-1100629-2.html>。（檢索日期 2022/09/24）

註二十一、海洋儲碳神器！5 個拯救氣候的海洋無名英雄。

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/18715/%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E5%84%B2%E7%A2%B3%E7%A5%9E%E5%99%A8%EF%BC%81%E5%80%8B%E6%8B%AF%E6%95%91%E6%B0%A3%E5%80%99%E7%9A%84%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E7%84%A1%E5%90%8D%E8%8B%B1%E9%9B%84/>。（檢索日期：2022/09/24）

註二十二、海洋儲碳神器！5 個拯救氣候的海洋無名英雄。

<https://www.greenpeace.org/taiwan/update/18715/%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E5%84%B2%E7%A2%B3%E7%A5%9E%E5%99%A8%EF%BC%815%E5%80%8B%E6%8B%AF%E6%95%91%E6%B0%A3%E5%80%99%E7%9A%84%E6%B5%B7%E6%B4%8B%E7%84%A1%E5%90%8D%E8%8B%B1%E9%9B%84/>。(檢索日期：2022/09/24)

註二十三、辛酸蝦生誰人知？固碳、心血管救星多重人設 磷蝦面臨生存危機。

<http://ddpp.ntu.edu.tw/in-depth-coverage/1347-project-1100629-2.html>。(檢索日期 2022/09/24)

註二十四、周昱翰、葉信利。養殖文蛤對鈣之需求及固碳作用。水試專訊。072。47-49。

註二十五、李洵穎。「微藻固碳助水泥業走永續之路」。封面故事。332 期(2019 年 08 月)。頁 30-32。

註二十六、李洵穎。「微藻固碳助水泥業走永續之路」。封面故事。332 期(2019 年 08 月)。頁 30-32。

註二十七、李洵穎。「微藻固碳助水泥業走永續之路」。封面故事。332 期(2019 年 08 月)。頁 30-32。

註二十八、李洵穎。「微藻固碳助水泥業走永續之路」。封面故事。332 期(2019 年 08 月)。頁 30-32。

註二十九、行政院農委會水產試驗所海水繁養殖研究中心。貝類養殖產業：明珠生輝、風華再現——台灣的貝類養殖。(檢索日期 2022/9/25)

註三十、自由時報。推黃金蜆 花蓮養殖業者：減碳效果勝森林。(檢索日期 2022/9/25)

註三十一、行政院農委會水產試驗所海水繁養殖研究中心。貝類養殖產業：明珠生輝、風華再現——台灣的貝類養殖。(檢索日期 2022/9/25)

註三十二、自由時報。推黃金蜆 花蓮養殖業者：減碳效果勝森林。(檢索日期 2022/9/25)

註三十三、自由時報。花蓮魚、蜆養殖 年產量近千公噸。(檢索日期 2022/9/25)

註三十四、水產試驗所海水繁養殖研究中心。養殖文蛤對鈣之需求及固碳作用。(檢索日期 2022/9/25)