

行政院及所屬各機關因公出國報告書  
(出國類別：開會)

出席亞太經濟合作 (APEC)  
海藻生質能永續研討會

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：陳炯曉簡任技正

派赴國家：韓國首爾

出國期間：113年6月24日至6月26日

報告日期：113年9月20日



# 目 次

壹、 目的 .....	1
貳、 過程：研討會內容 .....	2
參、 心得與建議事項 .....	11

## 壹、目的

我國為亞太經濟合作 (Asia Pacific Economic Cooperation, APEC) 之會員經濟體 (member economy)，並參與其能源工作組 (Energy Working Group, EWG) 之運作。APEC 能源工作組自 1990 年開始每年開會 2 次。在能源工作組之下，設有清潔化石能源、能源資訊與分析、能源效率與節約、新及再生能源等 4 個專家小組，以及亞太能源研究中心與亞太永續能源研究中心。在能源工作組下，每年亦有 30 餘場次研討會、論壇等，就實質議題進行意見交換與溝通。

韓國將為 2025 年 APEC 領袖會議主辦國，且將主辦第 15 屆 APEC 能源部長會議以及第 69 與 70 兩屆能源工作組會議，爰韓國自本年起舉辦相關能源議題之研討會，為明年能源部長會議順利成功，奠定共識基礎。此正如韓國外交部主管氣候變遷、能源、環境、及科學事務之司長 Hyunsoo Yun 於開幕致詞時指出，韓國規劃海藻作為永續生質能源，將作為 2025 年韓國主辦 APEC 年度會議之推動重點之一，爰在今年辦理本 APEC 海藻生質能永續研討會，爭取能源工作組認同作為 APEC 合作重點。

為提前掌握明年 APEC 能源討論重點與技術知識，爰出席本次研討會，為明年參與第 15 屆 APEC 能源部長會議以及第 69 與 70 兩屆能源工作組會議之技術討論，預為準備。

## 貳、過程：研討會內容

### 行程：

6月24日：去程，台北至韓國首爾。

6月25日：亞太經濟合作(APEC)海藻生質能永續研討會 (APEC Workshop on Seaweed-based Sustainable Bioenergy)

6月26日：返程，韓國首爾至台北。

本研討會主辦單位為韓國外交部，計有 11 個會員體代表出席，分別來自加拿大、智利、中國大陸、印尼、日本、韓國、馬來西亞、菲律賓、我國、美國、越南。

研討會上午場次討論巨型海藻(macroalgae)生物質的大規模生產及海藻農耕作為碳封存(carbon sequestration)的潛力。本場次共計 4 位學者專家發表簡報，分別為：

- (1) 美國 Charles Yarish: 美國海藻水耕的進展，自實驗室至大規模生產
- (2) 丹麥 Clavur Gregersen: 在空曠海洋條件大規模養殖系統之介紹
- (3) 韓國 San Rul Park: 海洋碳封存中巨型海藻的角色
- (4) 日本 Yoichi Sato: 日本的藍碳數量化及強化海藻養殖

研討會下午場次討論自海藻回收有用物質的技術及基於海藻為原料的生物能源。本場次共計 4 位學者專家發表簡報，分別為：

- (1) 英國 Michele Stanley: 海藻養殖的收穫時間
- (2) 韓國 So Young Kim: 巨型海藻作為精確發酵的永續原物料以得到高價值產物
- (3) 法國 Clement Le Verge: 培養巨型海藻作為永續農業-Olmix 公司

的模式

(4) 韓國 Jay Liu: 作為能源生產的大規模基於海藻的生物煉製 (biorefinery)的總體永續性研究

本研討會簡報內容未提供下載，亦未提供紙本資料。主要議題討論內容重點說明如下：

**一、美國 Charles Yarish: 美國海藻水耕的進展，自實驗室至大規模生產**

Charles Yarish 是美國海藻水耕領域的重要人物之一。他在海藻種植、生態系統服務和可持續農業方面的研究取得了顯著進展，推動了可持續農業和生態保護的結合，並探索海藻在食品、醫藥和能源等多個領域的應用。Charles Yarish 說明渠開發了多種海藻種植技術，推動了海藻作為可持續農業作物的應用。他研究了不同環境條件下海藻的生長，並優化了種植方法。指出將海藻與傳統水耕農業相結合的可能性，提出了創新的混合種植系統，增強了資源利用效率。Charles Yarish 認為海藻在水體淨化、碳吸收和生物多樣性保護方面具重要性。研究表明，海藻種植不僅能提供食物，還能改善水質和生態環境。

**二、丹麥 Clavur Gregersen: 在空曠海洋條件大規模養殖系統之介紹**

Clavur Gregersen 是丹麥在海洋養殖領域的重要研究者，特別是在大規模海洋養殖系統方面，他在養殖系統中引入了先進的自動化和監控技術，使得養殖過程更加高效率和可控制。這些技術可以即時監測水質、氣候變化以及生物生長情況。Gregersen 專注于開發適用於開放海洋條件的養殖技術，這種系統旨在提高海洋資源的利用效率，並降低環境影響。Gregersen 以丹麥法羅群島地區的實地養殖經驗，說明空曠海洋條件大規模養殖系統的可持續性，以及為強調永續發展，推動使用再生能源和環保材料，以減少對生態系統的負擔。渠認為大規

模海洋養殖的發展，幫助實現更高效和永續的海洋資源利用。

### 三、韓國 San Rul Park: 海洋碳封存中巨型海藻的角色

巨型海藻在海洋碳封存中扮演著至關重要的角色，具體體現在以下幾個方面：

- 光合作用：巨型海藻通過光合作用吸收二氧化碳，將其轉化為有機物，從而減少海洋中的二氧化碳濃度。
- 碳儲存：當巨型海藻死亡或被分解時，其中的碳可以沉積到海底，長期儲存，減少大氣中的二氧化碳。
- 生態系統支持：這些海藻提供了豐富的棲息地，支持多樣的海洋生物，促進生物多樣性。
- 水質改善：巨型海藻能吸收水中的營養物質，幫助改善水質，防止富營養化現象。
- 氣候調適：通過提高海洋碳封存能力，巨型海藻有助於緩解氣候變化的影響，促進海洋生態系統的韌性。

總之，巨型海藻在碳封存和生態保護方面的作用不可忽視，是應對氣候變化的重要自然解決方案之一。

### 四、日本 Yoichi Sato: 日本的藍碳數量化及強化海藻養殖

日本的藍碳數量化和強化海藻養殖是一個重要的環保議題，涉及多方面的研究和實踐。以下是關鍵點：

#### 1. 在藍碳數量化方面：

- 藍碳的定義：藍碳是指海洋和沿海生態系統（如海草床、紅樹

林和巨型海藻）中儲存的碳。這些生態系統能有效吸收和儲存二氧化碳，有助於減緩氣候變化。

- 數量化方法：包括遙感技術：利用衛星影像和空中調查，評估海洋生態系統的覆蓋面積和健康狀況。以及生態模型：通過數學模型來預測不同生態系統的碳儲量，考慮水深、光照和水質等因素。
- 研究成果：這些量化研究有助於了解日本沿海地區的藍碳儲存潛力，並為未來的保護和恢復工作提供依據。

## 2. 在強化海藻養殖方面：

- 海藻的優勢：海藻，特別是巨型海藻（如海帶），在碳吸收方面具備很大潛力，能有效地固定二氧化碳。
- 可持續養殖：技術改進：透過選擇高效的養殖技術，提高產量和碳吸收率。生態友好：實施環保養殖方法，減少對其他海洋生物和環境的影響。
- 社區參與：鼓勵當地社區參與海藻養殖，這不僅能增強經濟收益，還能提升公眾對藍碳保護的意識。

3. 在政策支持方面：日本政府積極推動藍碳保護政策，支持研究和技術開發，促進可持續海藻養殖。另外日本參與國際藍碳倡議，分享數據和技術，促進全球範圍內的海洋生態保護。

以上這些措施共同推動了日本在藍碳領域的研究與實踐，有助於提升海洋生態系統的健康，並應對氣候變化挑戰。

## 五、英國 Michele Stanley: 海藻養殖的收穫時間

Michele Stanley 在海藻養殖領域的研究中，特別關注海藻的收穫時

間，這對於增強養殖效率和可持續性至關重要。以下 Michele Stanley 指出的關鍵點：

- 最佳收穫時期：收穫時間通常取決於海藻的生長速度和環境條件。一般來說，最佳收穫時間是在海藻生長到最佳尺寸和營養價值的時候。
- 季節性影響：海藻的生長受季節和水溫影響，春季和夏季通常是最佳收穫時期。了解不同品種海藻的生長模式，有助於計劃收穫。
- 提高產量：適當的收穫時機可以最大限度地提高產量，並確保海藻的質量，對於市場需求也非常重要。
- 永續性考量：收穫時機的選擇還需考慮對生態系統的影響，確保不會破壞海藻的繁殖能力和生態平衡。
- 技術支持：利用技術手段（如水質監測和生長模型）來精確預測最佳收穫時間，這樣可以提高整體養殖效率。

通過這些研究，Michele Stanley 推動了海藻養殖的可持續發展，為未來的商業應用提供了寶貴的見解。

## 六、韓國 So Young Kim: 巨型海藻作為精確發酵的永續原物料以得到高價值產物

巨型海藻作為精確發酵的永續原物料，對於獲得高價值產物具有巨大的潛力。以下是一些關鍵點：

1. 可持續性呈現在生長迅速與低資源需求：巨型海藻生長速度快，能在短時間內大量生產，對環境影響小；與陸地農作物相比，海藻對水、肥料和農藥的需求較少。

2. 營養成分：巨型海藻含有多種氨基酸、維生素、礦物質和多醣類等豐富的營養素，這些成分是發酵過程中的理想原料。不同品種的海藻可以提供不同的化學成分，適應不同的發酵需求。

3. 精確發酵技術包括：

- 微生物發酵：利用特定的微生物來轉化海藻中的有機物，生產高價值產品如生物燃料、食品添加劑和保健品。
- 調控發酵條件：透過控制 pH、溫度和氧氣等參數，提升發酵效率和產品質量。

4. 高價值產物包括：

- 生物基產品：可從海藻中提取生物活性物質，如多酚、抗氧化劑和脂肪酸，應用於保健品和化妝品。
- 生物燃料：經過精確發酵的海藻可轉化為生物柴油和生物氣，作為可再生能源。

5. 市場潛力：隨著環保意識提升，市場對於可持續和天然產品的需求不斷增加，海藻的潛力日益凸顯。另隨著技術進步，海藻在食品、醫療和材料科學等領域的應用前景廣闊。

巨型海藻作為永續原物料，具備豐富的營養成分和快速生長的優勢，結合精確發酵技術，能夠生產多樣化的高價值產品，為永續經濟發展提供了一個良好的解決方案。

## 七、法國 Clement Le Verge: 培養巨型海藻作為永續農業-Olmix 公司的模式

Olmix 公司在培養巨型海藻作為永續農業的模式中，強調了海藻的多重益處，並結合創新技術和生態管理。以下是其關鍵點：

## 1. 永續養殖

環保養殖：Olmix 採用可持續的海藻養殖方法，減少對環境的影響，避免使用化學肥料和農藥，支持海洋生態系統的健康。

## 2. 多功能應用

- 土壤改良：巨型海藻可用作天然肥料，改良土壤結構和提高土壤肥力，促進植物生長。
- 植物保護：海藻提取物可增強作物的抗病能力，減少病害和害蟲的影響。

3. 生態循環：Olmix 鼓勵將海藻與其他農業廢料結合使用，形成資源循環系統，最大化資源利用率。

4. 科技創新：Olmix 公司不斷進行科學研究，以開發新型海藻產品，提升其在農業中的應用效果。並利用數據分析和智能技術來優化海藻的養殖和應用過程，提高效率。

## 5. 教育與合作

- 農民合作：Olmix 積極與農民合作，提供培訓和技術支持，幫助他們有效地利用海藻產品。
- 社區參與：推動當地社區參與海藻養殖，促進經濟發展並提升公眾環保意識。

Olmix 公司的模式展示了巨型海藻在永續農業中的潛力，透過環保養殖、多功能應用和科技創新，不僅提升了農業生產效率，還支持了生態系統的保護與恢復，為未來的可持續農業提供了範本。

**八、韓國 Jay Liu: 作為能源生產的大規模基於海藻的生物煉製 (biorefinery) 的總體永續性研究**

大規模基於海藻的生物煉製 (biorefinery) 作為能源生產的一種模式，具有多重優勢，但其總體永續性需要從多個方面進行評估。以下是關鍵的研究領域：

### 1. 資源利用效率

- 原料來源：海藻作為一種快速生長的水生植物，能夠在不競爭陸地農作物資源的情況下生產生物質，這對於可持續性至關重要。
- 全利用策略：生物煉製過程應最大限度地利用海藻的各個部分，從中提取多種高價值產品 (如燃料、化學品和食品添加劑)。

### 2. 環境影響

- 碳足跡：研究應評估海藻養殖和生物煉製過程的整體碳排放，以確保其對氣候變化的正面貢獻。
- 水資源管理：海藻的養殖需考慮對水質和水資源的影響，應選擇不會造成水體富營養化的養殖模式。

### 3. 經濟可行性

- 成本分析：對生物煉製過程的經濟可行性進行詳細分析，包括原料成本、處理成本及最終產品的市場價值。
- 市場需求：研究需要關注高價值產品的市場需求，確保生物煉製的經濟可持續性。

### 4. 社會影響

- 就業機會：大規模海藻生物煉製可能帶來新型的就業機會，尤其是在沿海地區，這對於當地經濟發展具有積極意義。
- 社區參與：推動當地社區參與海藻養殖和生物煉製，增強社會接受度和支持。

5. 技術創新方面，需要開發高效的海藻處理和轉化技術，提升能源產出和產品質量。另應結合其他農業或工業廢料，形成資源循環利用的模式，進一步提升總體永續性。

大規模基於海藻的生物煉製有潛力成為一種可持續的能源生產方式，通過多方面的總體永續性研究，評估其在環境、經濟和社會層面的影響，有助於為未來的可持續能源解決方案提供指導。

### 參、心得與建議事項

1. 本研討會為技術面的溝通交流，為明年韓國於韓國主辦 APEC 年度會議之推動重點。我國應持續關注韓國未來動向。
2. 對於巨型海藻作為永續生質能源，不在我國相關能源規劃當中，我國已至少 30 年以上未曾進行此類研究。爰宜預先整理相關國際研究經驗，俾利未來在能源工作組會議討論時，可發表具體意見，彰顯我國有意義實質參與國際組織活動。
3. 本次研討會發現，所討論之巨型海藻生長海域均處於較高緯度，而且日韓專家均指出，由於百年來日韓海域接近 1.5 度的海水增溫，使得日韓海域巨型海藻產量下減，需藉基因工程開發較耐高溫之巨型海藻。由於台灣所處海水溫度更高，可合理推論目前日韓養殖之巨型海藻，不適合台灣。因此我國沒有全盤接受之可能。
4. 由於海藻產量世界第二名為印尼，其所處海水溫度更高，雖然本次研討會均未討論到印尼，但可合理推論印尼之海藻種類不同於日韓。故我國未來如欲養殖巨型海藻作為永續生質能源，印尼是優先檢視對象。
5. 對於巨型海藻作為永續生質能源，本次研討會未能提出任何可信之經濟效益分析，甚至連基本之能量投資報酬比分析亦缺乏。爰此一技術方案之可行性，仍需進一步深入研究。我國目前尚無投入經費研究之需要，僅需注意此一課題之國際動態即可。