

2025 還海行動

還給大海一畝田-海草復育

結案報告

一、 前言

在全球氣候與環境劇烈變遷之際，海洋暖化、塑膠污染、過度捕撈及海草床退化等問題，正加速海洋生態失衡，對臺灣漁業資源與海洋經濟發展構成嚴峻挑戰。海洋棲地的復育，不僅是生態與環境保護的課題，更是確保漁業永續與維繫藍色經濟命脈的關鍵。

海草床為海洋生物棲息、繁殖和覓食重要的場域，不僅在生物多樣性扮演重要的角色，更是重要的藍碳之一。隨著氣候變遷與人為因素影響下，海草床的逐年流失導致供給海洋生物的食物來源或提供躲棲的海草床面積大量減少，進而衝擊漁業資源與海洋生物多樣性。

「今周行銷股份有限公司」自 2021 年發起「還海行動」，持續推動淨灘與減塑行動，4 年來已成功清除超過 15,220 公斤海廢，並轉化為永續產品，實踐循環經濟。2025 年更進一步啟動「還海行動 2025~」，擴大推動海洋復育與生態教育行動，期望號召全民參與海洋生態復育行動。

農業部水產試驗所澎湖漁業生物研究中心（後稱「本中心」）長期投入海草復育之研究，於民國 103 年即建構海草床復育技術，並於澎湖多處海域進行復育，迄今已成功擴增原始種植面積近 40 倍，並結合蟹苗、貝類與魚苗放流，對沿近海漁業資源增裕具有一定的效益。

海草床的復育除了需要專業技術，亦需要提高大眾對於海草議題的重視與了解，海草復育才能有永續的資源與人力投入。因此，今周行銷股份有限公司與鈞所經由本合作計畫，由本中心執行澎湖海草復育計畫（後稱「本計畫」），以達最佳效益。

二、工作項目

(一) 於澎湖通梁海域，辦理復育2,400株的海草復育行動，並確保復育面積達到24m²，達到海草床恢復與保護之目的。

(二) 棲地復育及生物多樣性紀錄

1. 復育海草種類。
2. 海草移植前後之復育區域底質觀察。
3. 海草移植1星期後（含以上）植株存活率記錄並補植。
4. 海草移植1星期後（含以上）覆蓋率變化。
5. 海草移植1星期後（含以上）向外擴展狀況。
6. 海草復育前後生物種類紀錄。

三、材料與方法

(一) 復育海域現況說明

「通梁海草復育區」距通梁岸際最近處約 1km，周長近 3km，長度近 1200m、寬度近 450m，從 google 衛星影像呈三角形，面積達 30 公頃（圖 1）。水位介於 0.6-3m 深的亞潮帶，底質以沙質地為主，為海草適合生長的海域。地理位置雖處於澎湖內海，但位處偏僻，人煙罕至，加上退潮最低水位約 0.6m，不僅不適合漁撈作業，也不利潮間帶產業活動，人為擾動低，相當有利作為海草復育區。

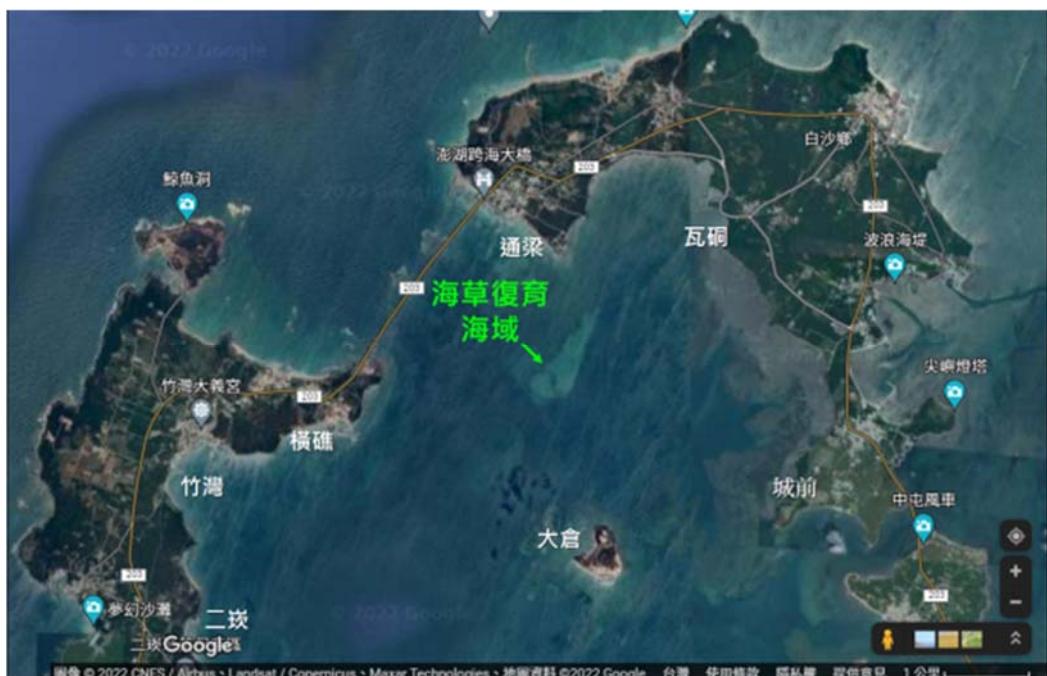


圖 1. 通梁海草復育區地理位置

復育海域最早由時任本所澎湖分所的胡興華分所長，在 1984 年探討澎湖灣育苗場（通梁海草床）魚類群落結構之研究，此為本海草床最早相關的研究文獻。所記錄的魚類計有 46 種，2011-2012 年洗等在通梁所復育的海草床進行魚類組成調查，共記錄了 75 種魚類，且多以體長小於 10cm 以下的幼魚群為主。顯見本海域海草床為重要的幼稚魚之育苗場。

有鑑於全球海草床流失速度有加劇之勢，本中心於 103 年即在通梁海草床進行海草復育研究，並建構海草床復育技術，亦為

臺灣最早投入海草復育的單位。並於澎湖多處海域進行復育，迄今已成功擴增原始種植面積近 40 倍，並結合蟹苗、貝類與魚苗放流，對沿近海漁業資源增裕具有一定的效益。

(二) 海草復育的方法

海草床復育的方法大致可分為分株移植法(根狀莖法)、草塊移植法及種子法等 3 大類(李等，2010；張等，2013；上野等，2003；洗等，2014)，本計畫所採用的方法即為根狀莖法。

1. 移植海草來源與移植方法

本復育所使用之海草，均採集本中心於 103 年於通梁海草復育區所種植覆蓋率在 50%以上的海草床，移植方法係以水肺潛水的方式進行海草之採集，再將所採集的海草進行分株，並使用由本團隊所開發的 U 型固定夾來製作海草植株，全程共製作 2,400 株，移植密度為 100 株/ m^2 ，可種植 24 m^2 (圖 2)。

2. 網片輔具「覆蓋法」

本計畫在海草移植後，輔以農業部水產試驗所澎湖漁業生物研究中心於 113 年所研發的「覆蓋法」，即海草移植後輔以網片加以覆蓋，有效降低潛沙型生物與草食性魚類擾動，藉以提高海草復育之效能(洗等，2024；2025)。

即在海草以根狀莖法移植後，於所種植的海草範圍(1m×1m)內為 1 單元，並施以 8#萬年網片(網片尺寸 1.2m×1.2m，網孔直徑 1cm。)加以覆蓋，網片周邊以固定釘加以固定(圖 3)。

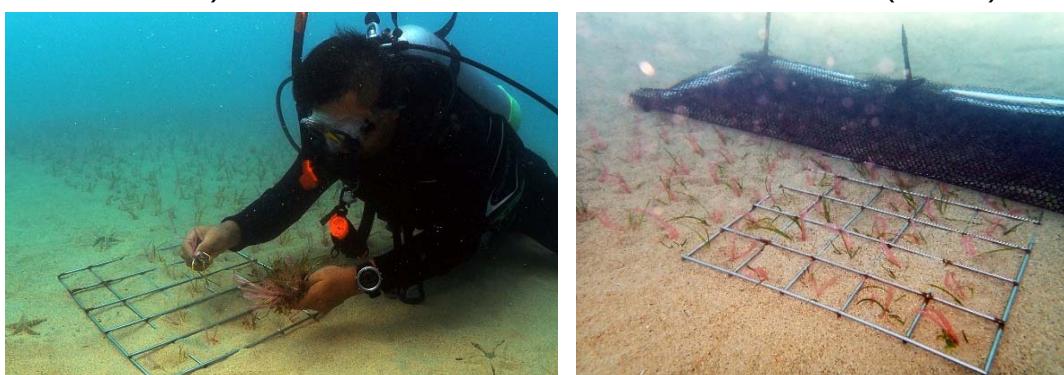


圖 2. 以根狀莖法進行海草移植

圖 3. 海草種植後輔以網片加以覆蓋

3. 海草移植種類

移植所用的海草種類與生態習性分述如下：

(1) 卵葉鹽草 (*Halophila ovalis* ; 圖 4)

本種普遍分布於印度-太平洋海域。生長快速，可在不穩定和沉積環境中迅速生長且生長良好，可經常曝露於潮間帶的空氣中，從潮間帶到水深 20m 處均有分布，生長環境也多樣化，從泥地、泥沙或珊瑚碎屑均可生長。為海草床發展的先驅物種之一，同時也是儒艮與海龜的食物來源之一。



圖 4. 卵葉鹽草

(2) 單脈二藥草 (*Halodule uninervis* ; 圖 5)

分布於印度-太平洋海域。潮間帶到水深 20m 處均有分布，常見於 0-3m 濕湖亞潮帶和珊瑚礁周邊。高密度生長區可形成大量種子庫，生長與拓殖非常快，可忍受中度干擾，為海草床發展先驅物種之一，為儒艮與海龜歡迎的食物之一，經常被啃食嚴重。



圖 5. 單脈二藥草

(3) 甘草 (*Zostera japonica*; 圖 6)

本種在東亞地區主要分布於臺灣、琉球群島及香港等。分布於潮間帶的族群，較少與其它種類混生，但在亞潮帶的海域常可見與單脈二藥草和卵葉鹽草混生。另甘草的繁殖芽長度變異很大，生長於潮間帶長約 2.5cm，而生長於靜止水域或亞潮帶可達 30cm (柯，2004)。同時也是綠蠵龜食物來源之一，2024 年在澎湖菜園所發現擋淺死亡的綠蠵龜之胃內容物便發現大量被啃食的甘草葉片。



圖 6. 甘草

所移植的 3 種海草採用混植的方式進行，藉以提高所移植海草種類的多樣性，其混植比例分別為單脈二藥草 60%、卵葉鹽草 30% 及甘草 10%。

4. 海草移植前後的觀察

(1) 海草移植前

海草移植前，先以水肺潛水觀察所復育的海域（後稱專案海域）之底質現況，以規劃適合進行海草復育的海域。

(2) 海草移植後

在海草移植後，至少經過 1 個星期的時間，再以水肺潛水方式進行觀察專案海域所移植的海草植株活存率（如發現所種植的海草有脫落或死亡的現象，立即進行補植，使所種植的海草植株密度維持在 $100 \text{ 株}/\text{m}^2$ 。）覆蓋率及種植海草向外擴展的狀況等。在移植作業與移植後觀察，紀錄出現在海草移植範圍生物種類。

海草覆蓋度之量測，係參照 Saito & Atobe(1970)及 Short & Coles (2003)之方法，於所設定的海草床樣區有海草處進行調查，於穿越線上所有觀察點進行調查，即至少 5 重複。每個觀察點的兩側放置不鏽鋼網格樣框(50 cm×50cm ; 每小格為 10 cm ×10 cm , 共 25 小格)。再根據基質與海草覆蓋的比例，以覆蓋度級數 (0, 1, 2, 3, 4, 5) 紿予每小格評分，每個樣框共有 25 個評分，將評分記錄於紀錄板上 (表 1)。

覆蓋度之平均數

$$= (75a + 37.5b + 18.75c + 9.38d + 4.69e + 0f) / 25$$

即為代表該樣框的覆蓋度。

表 1 海草覆蓋度評分級數與覆蓋度算法

評分級數	覆蓋百分比(中位點)	小格數	覆蓋度
5	50-100%(75.00%)	a	75.00 a
4	25-50%(37.50%)	b	37.50 b
3	12.5-25%(18.75%)	c	18.75 c
2	6.25-12.5%(9.38%)	d	9.38 d
1	<6.25%(3.13%)	e	3.13 e
0	0%(0%)	f	0 f

四、結果與討論

(一) 海草移植復育海域底質現況

本團隊在 2025 年 8 月 27 日於專案海域進行現況紀錄，專案海域位於本中心前期所復育海草床內的裸灘（指未生長海草的區域），裸灘範圍長 15m 寬 10m，面積約 $150m^2$ （圖 7）。初步觀察，專案的裸灘區域，底質以稍粗的珊瑚沙為主，底棲性生物以飛白楓海星（*Archaster typicus*）為主（圖 8），族群密度 2-6 尾/ m^2 ，平均密度為 3.8 尾/ m^2 ；在專案海域的裸灘，持續進行 10 分鐘的觀察，並未記錄有魚類活動。而裸灘邊緣為本團隊近年所復育並擴展的海草床，種類含蓋線葉形的單脈二藥草及甘草與卵葉形的卵葉鹽草等，均屬本專案進行復育海草種類（圖 9）。



本專案海草復育區的面積約 $150m^2$ 。復育海域底質為適合海草生長的珊瑚沙為主。

圖 7. 本專案海域的裸灘底質現況 (2025/08/27)

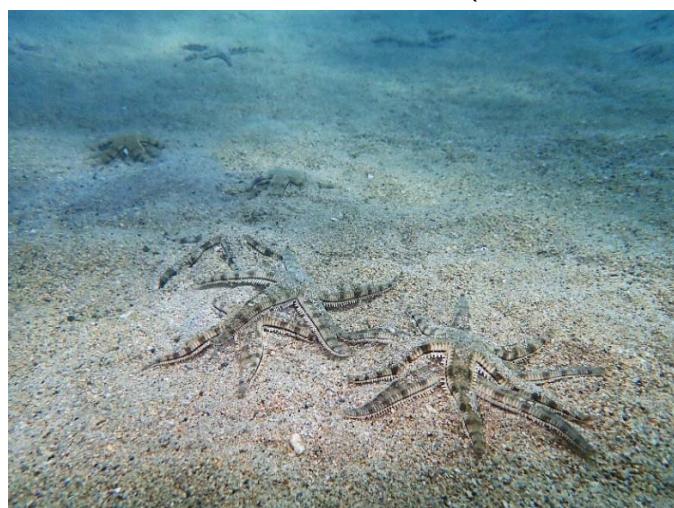
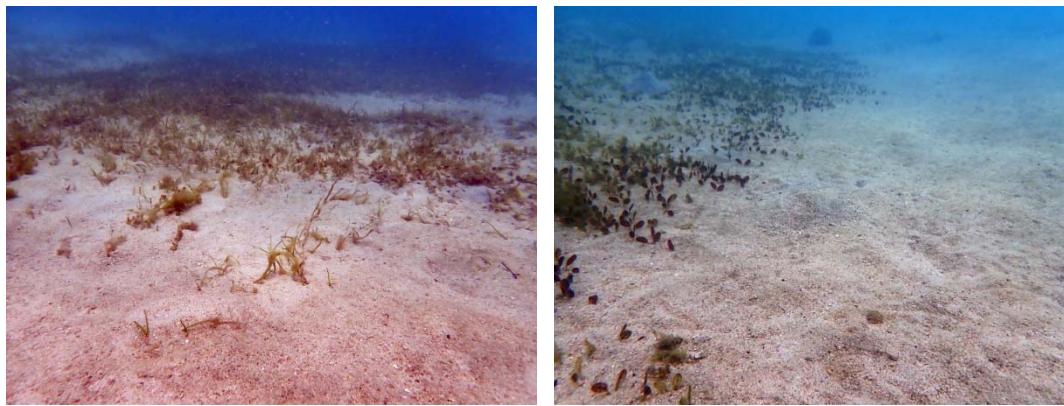


圖 8. 飛白楓海星是通梁海草復育區裸灘主要的優勢生物 (2025/08/27)



本專案海草復育區裸灘邊緣為本團隊所復育的海草-以線葉形海草為主。 本專案海草復育區裸灘邊緣為本團隊所復育的海草-以卵葉鹽草為主。

圖 9. 本專案海域裸灘的邊緣為本中心前期所復育的海草 (2025/08/27)

本專案復育的海域，為本中心前期所復育的海草，種植的海草尚未形成高密度的海草床前，覆蓋率低或海草尚未擴散所及的空洞裸灘，易受強烈風浪擾動後易形成所復育海草床的破口（圖 10）。因此，透過本專案進行裸灘的修補，提高所復育海草床之韌性（圖 11）。

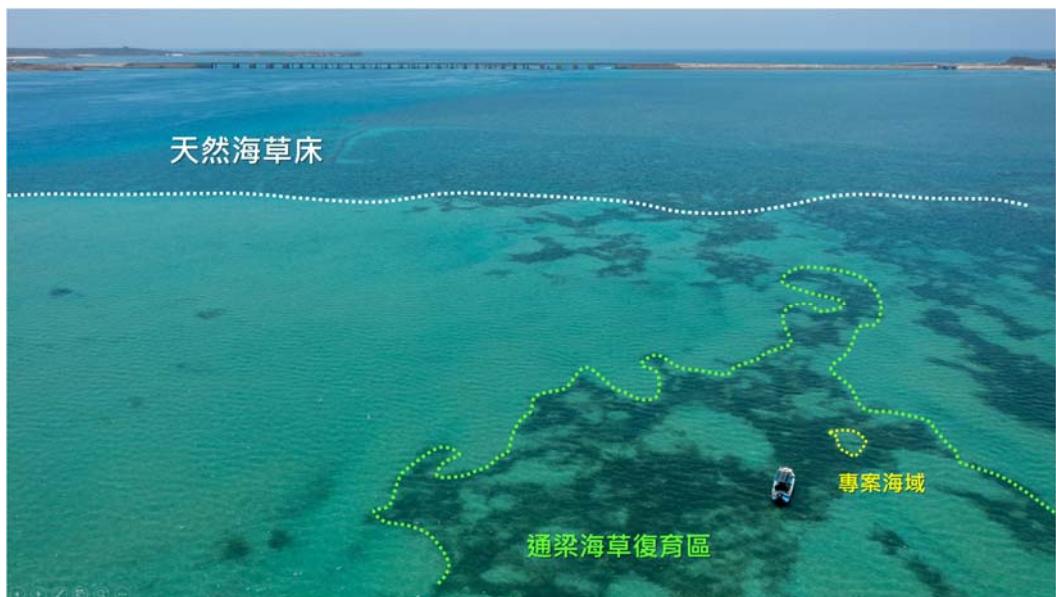


圖 10. 專案海域（黃色虛線）、海草復育區（綠色虛線）與天然海草床（白色虛線）位置關係圖（經典雜誌/林宗儀攝）



圖 11. 復育的海草尚未形成海草床時，常有許多空洞的裸灘是造成海草床流失的破口，需藉由人為的方式加速修補，以提高復育海草床的韌性（2025/08/27）。

(二) 海草移植

1. 海草苗植株製作

本團隊於 9 月中旬開始進行海草復育作業，於本中心所復育海草床進行海草塊的採集、分株與製作海草苗等作業，全程共製作完成 2,400 株海草苗，用於專案海域海草之種植（圖 12）。



海草苗植株製作 1

海草苗植株製作 2



製作完成的海草苗植株

圖 12. 海草苗植株製作

本團隊將所採集的海草塊後，立即於工作艇上進行分株、夾苗等作業，並於隔日立即進行種植作業，盡可能縮短海草離開海水的時間，以確保海草植株的活性，並提高活存率。

2. 海草種植與網片敷設

海草苗植株製作完成後，於本中心育苗池中以流水方式暫養，並於隔日出海前往專案海域潛水種植。種植時以 $1m^2$ 的面積為 1 單元，在海草種植完畢後，於所種植的海草上再敷設網片，加以保護，以防潛沙性生物的擾動，使種植的海草脫落，造成植株與人力的浪費（圖 13-15）。



圖 13. 海草種植於專案海域情形 (2025/09/12)



海草種植所敷設的網片 1

海草種植所敷設的網片 2

圖 14. 透過網片的敷設降低生物擾動 (2025/09/12)

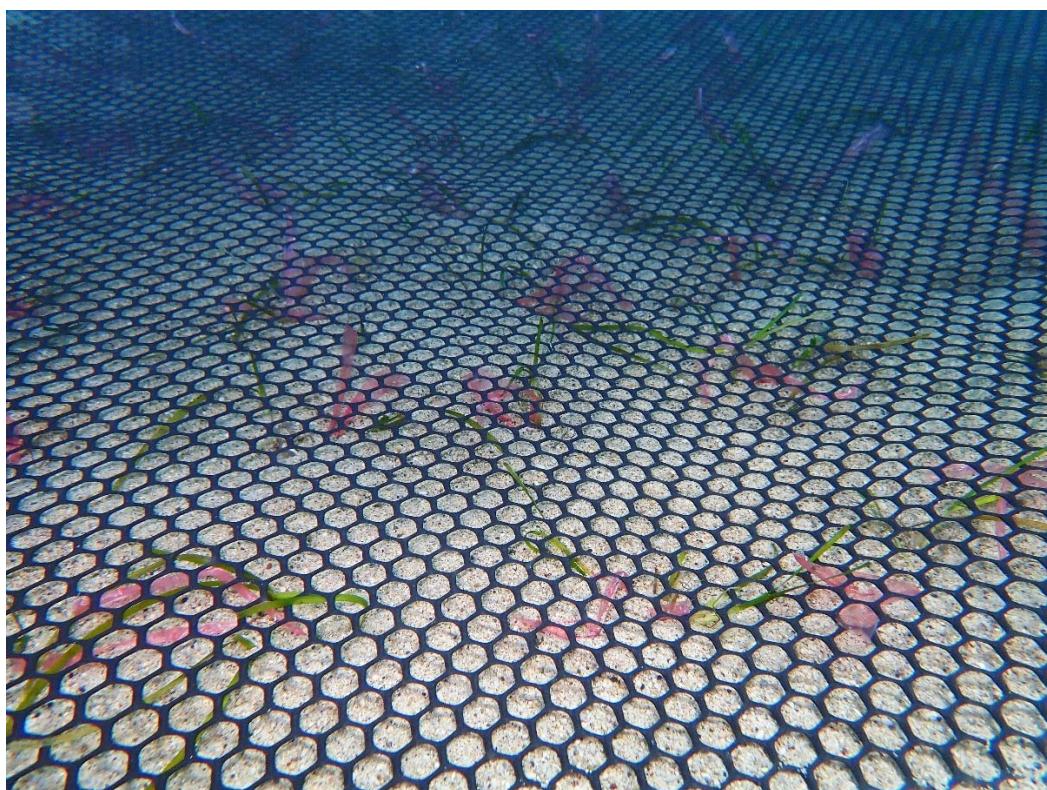


圖 15. 海草種植敷設網片的情形 (2025/09/12)

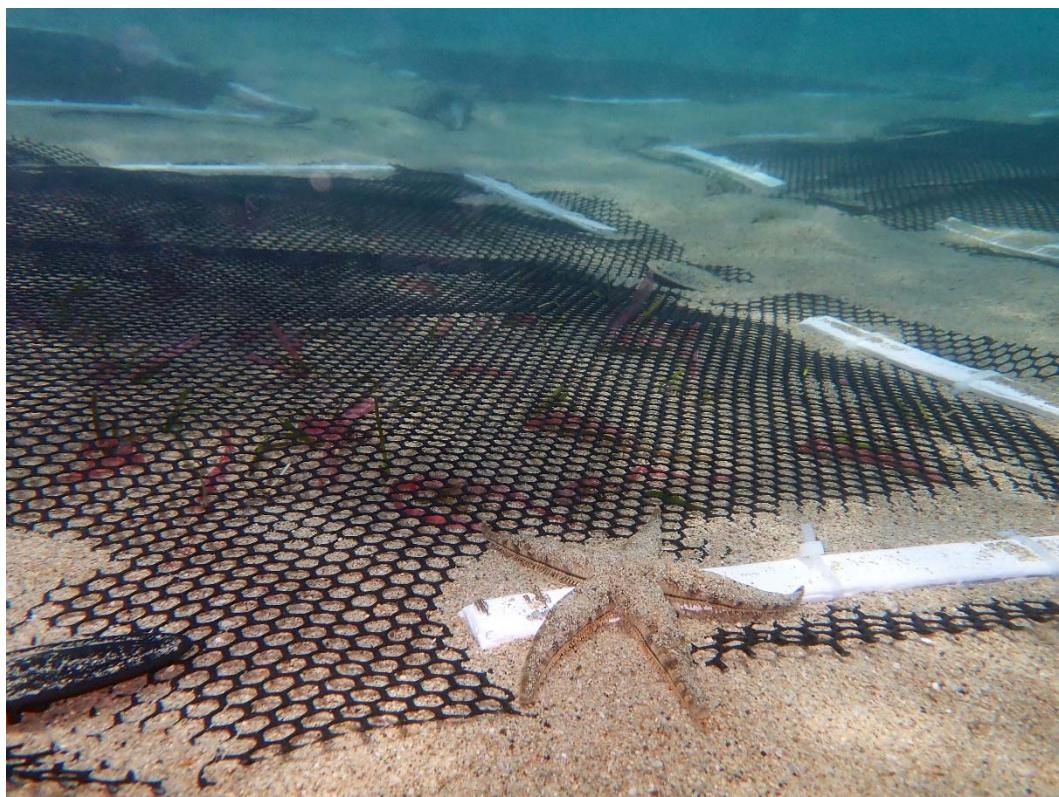


圖 16. 敷設的網片可有效阻擋潛沙生物的擾動-飛白楓海星 (2025/09/18)



圖 17. 敷設的網片可有效阻擋魚類啃食的擾動-臭都魚 (2025/09/18)

(三) 海草移植後生長情形

海草種植經 33 日後，以水肺潛水觀察，記錄 3 個單元所種植海草植株之活存率。紀錄結果如下：

1. 海草植株活存率與補植作業

海草種植後施以「覆蓋法」，所種植海草植株的脫落率均為 0%，進一步檢視，所種植的海草多數已長出新生葉片（圖 18），且新生的根部均已形成「根錨」，有助種植海草之固著（圖 19）。顯示由本中心所研發的「覆蓋法」可有效防止生物擾動，降低植株底脫落率，提高海草移植效能。因此，本專案無須進行補植。



圖 18. 本專案海草移植 33 日後，種植的海草未有脫落的現象請多數海草植株已長出新生葉片 (2025/10/14)。



圖 19. 海草移植 33 日後，新生的根部均已形成根錨 (2025/10/14)。

本專案在海草種植後施以「覆蓋法」，經 33 日後並未有脫落現象，顯示有使用網片防護可有效防止生物的擾動，使植株不脫落率或能維持在低點。此結果與去 (2024) 年去本中心實驗結果相符，海草移植未施以網片輔具，在初移植 0-20 日脫落率呈指數型上升，達 $58.7 \pm 12.9\%$ ，隨後呈平緩狀態，經 50 日後脫落率為 $73.3 \pm 12.2\%$ (圖 20)；而有施以網片輔具經 50 日的脫落率僅 2.7% (脫落的現象主要是因為在觀察過程中，網片勾住海草而脫落所致。洗等，2024)。

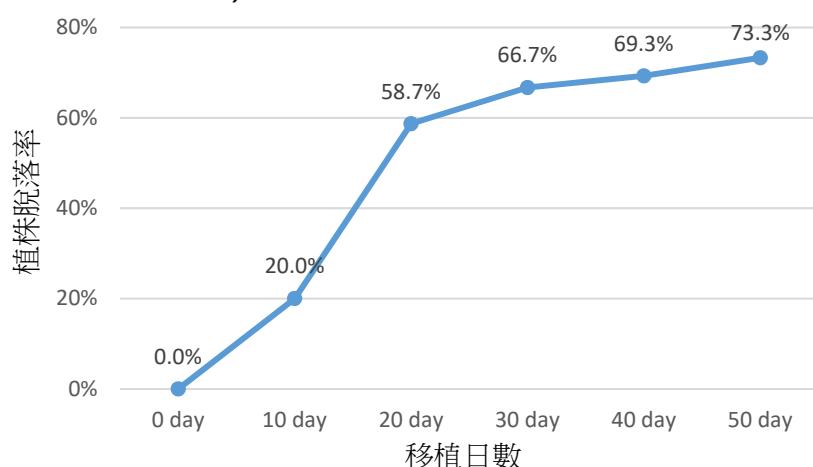


圖 20. 海草移植未輔以「覆蓋法」植株脫落率變化 (洗等，2024)

2. 海草種植覆蓋率變化

本專案海草移植密度為 $100 \text{ 株}/\text{m}^2$ ，初移植的海草覆蓋率為 9.4%，經種植 33 日後，目視即可清楚新增生的海草從網片中長出 (圖 21)，網片移除檢視海草覆蓋率達 12.0%，海草覆蓋率增加 2.6% (圖 22)。

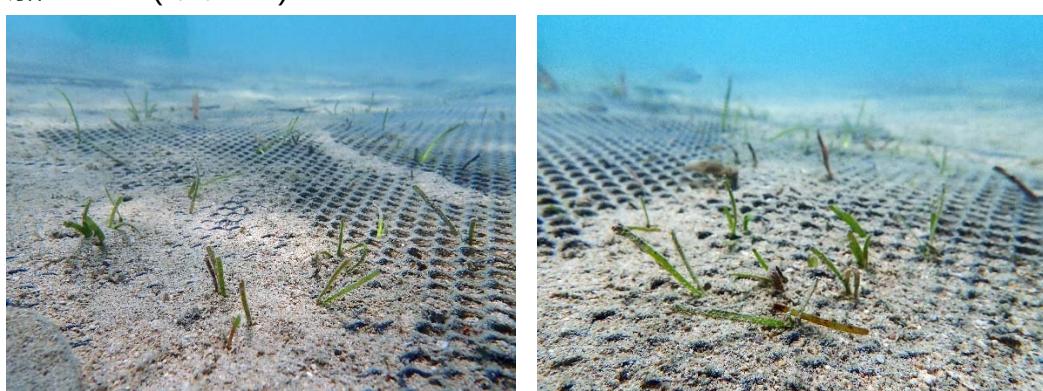


圖 21. 海草種植 33 日，新生葉片從所覆蓋網片長出 (2025/10/14)。

本專案種植的海草在有網片防護之下，經 33 日後覆蓋率從 9.4% 穩定擴散為 12.0%，有效降低植株脫落率與增加覆蓋率。此結果同樣與去 (2024) 年去本中心實驗結果相符，在有使用網片保護的覆蓋率經 30 日後增加至平均 12.3%；而在海草移植未施以網片輔具，在初移植 0-20 日，呈現大幅下降之趨勢，並降到最低，從 9.4% 下降至 $3.7 \pm 1.0\%$ ，第 30 日起才緩緩增加，至 50 日回升至 $5.5 \pm 2.3\%$ (圖 22 ；洗等，2024) 。

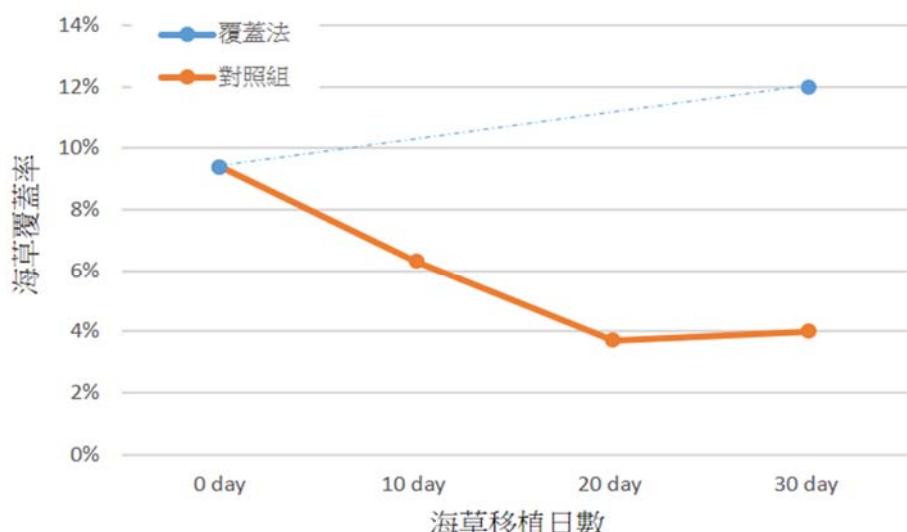


圖 22. 海草移植 30 日各組間覆蓋率變化 (洗等，2024)

3. 種植海草向外擴散變化

本專案海草移植 33 日後，部分海草開始出現向外延伸擴散的現象，所增面積平均約 0.1m^2 ，而擴生的海草以卵葉鹽草為主，線葉形海草則尚未有向外延伸的現象 (圖 23) 。



圖 23. 本專案海草種植 33 日後已有向外延伸的現象 (左圖)，擴生的種類已卵葉鹽草為主 (右圖) (2025/10/14)。

再檢視去（2024）年未使用「覆蓋法」所種植的海草，約需經1年的期間，海草才有向外擴散的現象。從本專案結果顯示，使用「覆蓋法」可促使海草加速向外擴散；另從本專案海草擴生的種類以海草床形成先驅物種的卵葉鹽草為主，有助於海草復育區裸灘（尚未長出海草的沙質地環境）環境的穩定，更有助於線葉形海草後續的發展，也說明海草復育採多種混植，不僅提高海草床的韌性，更有助海草向外擴展。

(四) 海草種植前後生物相之變化

1. 海草移植前生物相紀錄

在海草種植前，本專案的底質主要以沙質底為主，經觀察雖未記錄到魚類活動，但仍有較高密度的飛白楓海星分布。生物相雖單調，但仍有許多有趣的現象是與這些海星族群有關的。如體型非常小的白瓷螺 (*Strombus canarium*) 常與海星共棲，依附在海星腕足邊緣處（圖 24），牠們之間並沒有直接的「共生」關係（例如互利共生或寄生）。牠們雖在同屬底棲生態系的一部分，卻是不同層級的生物，如海星是小型無脊椎動物遞捕食者，主要以貝類為食；而白瓷螺則為濾食性或碎屑食性的螺類。



圖 24. 與飛白楓海星共棲的白瓷螺 (2025/08/27)

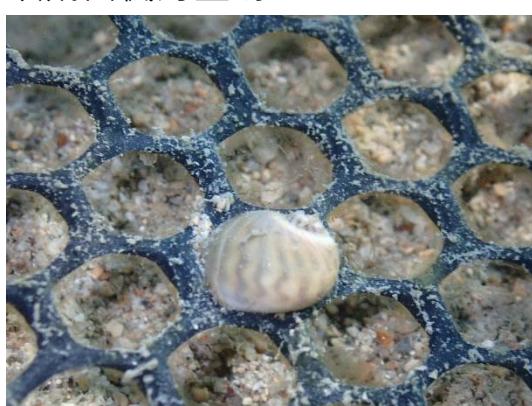
我們來解析為何本海域有高密度的飛白楓海星棲息於此？因所棲息的裸灘緊鄰於已復育的海草床邊緣，而海草床生產大量的有機碎屑是二枚貝重要的食物來源，也因此吸引大量的貝類聚集於此，這也是為何本海域具有高密度的海星。而白瓷螺所濾食或以有機碎屑為食，也是源自於海草床。裸灘棲地雖僅記錄的這 2 種生物，卻都與海草床生態系息息相關，這也凸顯本專案海域生物多樣性與各自的生態位階。

2. 海草移植後生物相紀錄

海草種植 33 日後，以水肺潛水觀察記錄所出現的生物種類羅列如下：

(1) 大型無脊椎動物

軟體動物紀錄 6 種，包括小灰玉螺 (*Natica gualteriana*)、台灣榧螺 (*Oliva mustelina*)、白瓷螺、截尾海兔 (*Dolabella auricularia*)、黃邊鳥尾蛤 (*Trachycardium flavum*)、黑旗江瑤蛤 (*Atrina vexillum*) (圖 25)；甲殼動物紀錄 3 種，包括肝葉饅頭蟹 (*Calappa hepatica*)、遠海梭子蟹 (*Portunus pelagicus*)、毛足真寄居蟹 (*Dardanus lagopodes*) (圖 26)；棘皮動物仍以飛白楓海星為主。



小灰玉螺



台灣榧螺

圖 25. 海草復育專案常見的軟體動物



黑旗江瑤蛤

黃邊鳥尾蛤

圖 25. 海草復育專案常見的軟體動物 (續)



肝葉饅頭蟹

毛足真寄居蟹



遠海梭子蟹

圖 26. 海草復育專案常見的甲殼動物

(2) 魚類

同樣在專案種植海草的區域進行 10 分鐘的觀察，共記錄到 5 科 6 種魚類，包括鑽嘴魚科的奧奈鑽嘴魚 (*Gerres oyena*)、龍占魚科的單斑龍占 (*Lethrinus harak*)、青嘴龍占 (*Lethrinus nebulosus*)、金線魚科的黑帶赤尾鯫 (*Scolopsis monogramma*)、鬚鯛科的短鬚海緋鯉 (*Parupeneus ciliatus*) 及臭都魚科的臭都魚 (*Siganus fuscescens*) 等。主要以覓食活動為主，所記錄的 6 種魚類，除臭都魚主要以海草葉片或葉片上的附著性藻類為食外，其餘的種類則以海草下的沉積物或海草葉片上的小型無脊椎動物如扁跳蝦或是麥稈蟲為食。

而在本專案在種植海草或是進行其他作業過程中（累積日數 33 日），累積紀錄的魚種計有 10 科 14 種，包括鮋科的鬚擬鮋 (*Scorpaenopsis cirrhosa*)、笛鯛科的大斑笛鯛 (*Lutjanus fuliflamma*)、鑽嘴魚科的奧奈鑽嘴魚、龍占科的單斑龍占、青嘴龍占、黃帶龍占 (*Lethrinus ornatus*)、金線魚科的黑帶赤尾鯫、鬚鯛科的短鬚海緋鯉及洋鑽秋姑魚 (*Upeneus tragula*)、鼠鯛科的腹指鼠鯛 (*Dactylopus dactylopus*)、雷氏鼠鯛 (*Repmucenus curvicornis*)、鰕虎魚科無斑范氏鰕虎魚 (*Valenciennea immaculata*)、臭都魚科的臭都魚及左鰓科的豹紋鰓 (*Bothus pantherinus*) 等（圖 27）。



奧奈鑽嘴魚



單斑龍占

圖 27. 海草復育專案常見的魚類



青嘴龍占



黑帶赤尾鯛



無斑范氏鰓虎魚



豹紋鱧



臭都魚

圖 27. 海草復育專案常見的魚類

表 2 通梁海草復育專案海域移植前後與累積魚種一覽表

科 種 (中名/學名)	海草移植前	海草移植後	累積魚種
鮋科 Scorpidae			
鬚擬鮋 <i>Scorpaenopsis cirrhosa</i>			●
笛鯛科 Lutjanidae			
大斑笛鯛 <i>Lutjanus fulifamma</i>			●
鑽嘴魚科 Gerridae			
奧奈鑽嘴魚 <i>Gerres oyena</i>	●	●	
龍占科 Lethrinidae			
單斑龍占 <i>Lethrinus harak</i>	●	●	
青嘴龍占 <i>Lethrinus nebulosus</i>	●	●	
黃帶龍占 <i>Lethrinus ornatus</i>		●	
金線魚科 Nemipteridae			
黑帶赤尾鯛 <i>Scolopsis monogramma</i>	●	●	
鬚鯛科 Mullidae			
短鬚海緋鯉 <i>Parupeneus ciliatus</i>	●	●	
洋鑽秋姑魚 <i>Upeneus tragula</i>		●	
鼠銜科 Callionymidae			
腹指鼠銜 <i>Dactylopus dactylopus</i>		●	
雷氏鼠銜 <i>Repomucenus curvicornis</i>		●	
鰕虎魚科 Gobiidae			
無斑范氏鰕虎魚 <i>Valencienna immaculata</i>		●	
臭都魚科 Siganidae			
臭都魚 <i>Siganus fuscescens</i>	●	●	
左鰓科 Bothidae			
豹紋鰓 <i>Bothus pantherinus</i>		●	
	0 科 0 種	5 科 6 種	10 科 14 種

棲地型態從裸灘的海草種植，慢慢形成具海草床之雛型，最容易發現的生物相改變為在海草床上活動的魚類。本專案裸灘棲地隨著海草移植經 33 日後，所種植 24m^2 的海草已擴生為 26.4m^2 ，平均覆蓋率也從 9.4% 增加至 12.0%。隨著海草種植覆蓋率與面積的遞增，魚類活動的物種從 0 種增加到 5 科 6 種，所累積增加種數更達 10 科 14 種。而大型無脊椎動物物種也從飛白楓海星和白瓷螺 2 個物種增加到 10 種。在海草種植後，所出現物種多具有潛沙能力為主。推測主要是裸灘棲地在海草長出來後，提供了豐

富的食物與增加了這些生物的庇護空間，海洋生物種類與組成也隨之增加，對海洋生物多樣性具有正向的發展。

五、結論與建議

(一) 結論

本專案於通梁海草復育區種植 24m²，係採本中心所建立的「覆蓋法」，不僅可有效阻止生物對所種植海草的擾動，降低種植海草後植株的脫落率，且在短時間內使種植的海草覆蓋率提高及向外擴增的現象，大幅提高海草種植的效率，也印證海草移植後再施以「覆蓋法」之成效。

裸灘棲地在海草長出來後，提供了豐富的食物與增加了生物的庇護空間，吸引海洋生物的聚集或棲息，進而使生物種類與組成也隨之增加，魚類活動物種也從 0 種增加到 5 科 6 種，所累積增加的魚種數更達 10 科 14 種。而大型無脊椎動物物種也從飛白楓海星和白瓷螺 2 個物種增加到 10 種。結果顯示，海草棲地的恢復對海洋生物多樣性具有正向的發展。

(二) 建議

以「根狀莖法」進行海草種植，再使用網片輔具可有效降低種植海草的脫落率。未來無論是以無性生殖的海草苗(根狀莖法)或是以種子所培育的海草苗在進行移植，建議可再輔以「覆蓋法」，以降低海草苗的耗損率。