

我們跳動的 藍色心臟

對抗氣候危機的藍碳解決方案



本報告由環境正義基金會撰寫

執行摘要

我們正面臨攸關生死存亡的氣候危機，攸關無數人的生活與生計，甚至可能摧毀地球的自然系統。

海洋是我們寶貴地球「藍色跳動的心臟」，也是最大的生態系。擁有豐富海中與沿岸生物多樣性的健康海洋，對於我們地球上的生命至關重要。海洋作為世界上最大的活性碳匯，是減緩氣候變遷最佳、以自然為本的解決方案，且海洋生態系亦提供了重要的調適機會。¹我們的海洋和海岸讓我們能以自然的方式減少溫室氣體影響——將碳封存於自然環境中（包含植物與海洋生物）、存於富含有機物的岩屑中，或是成為溶解有機碳。²這些儲存在沿岸和海洋生態系中的碳被稱為「藍碳」。³



照片來源：左上：© NOAA | 右上：© EJF | 左下：© EJF | 右下：John Turnbull (CC BY-NC-SA 2.0)
封面照片來源：Jorge Vasquez

海洋——減緩與調適氣候變遷的利器

我們的海洋驅動著全球的系統，使我們的地球適合人類與無數其他物種居住。海洋調節我們的氧氣、水、天氣和沿岸生態系。根據世界海洋物種目錄，海洋是約238,000種已知物種的家園，⁴且預估還有91%的海洋生物仍待科學家探索發現。⁵海洋也是我們地球上最大的碳封存機會。⁶富含藍碳的海洋植被棲地，如紅樹林、海草床、潮間帶鹽沼和海藻林等大型藻類，僅佔海洋表面的0.2%，卻封存了海洋沉積物當中50%的碳。⁷若能得到適當的復育和保護，光是這些沿岸藍碳生態系就可以封存高達2億噸的碳排，也就是人類目前每年二氧化碳排放量的2%。⁸碳也被海洋中的「發電廠」，也就是浮游植物封存——浮游植物被認為貢獻了地球上光合作用淨吸收二氧化碳量的45%；^{9,10}碳也被海洋生物封存於體內，並隨著生物死後沉入海底。^{11,12}

健康的海洋與活躍的藍碳生態系，也為遭受全球熱化失控威脅的社區提供了重要的調適機會。目前，超過三十億人的生計依賴海洋和沿岸生物多樣性，¹³大約6.8億人生活在低窪沿岸地區，¹⁴蓬勃發展的紅樹林等海洋植被生態系可抵禦熱帶氣旋等氣候威脅。因此，如聯合國永續發展目標所指出，健康的海洋正是保護全球各族群人權的關鍵。

我們的海洋正遭受攻擊

海洋生態系的穩定和安全正遭受全球熱化的嚴重威脅，而這也將損害其他我們賴以生存的自然系統。根據2015年的《巴黎協定》，各國政府同意將全球熱化溫度限制在1.5°C，但我們遠遠落後目標：最新的聯合國《排放差距報告》預測，根據我們目前的排放路徑，到本世紀末我們可能會朝向至少3°C的熱化邁進。¹⁵防止全球熱化失控，將取決於保護海洋生態系和物種的戰役是否成功。

一項2015年人類活動累積影響的研究發現，幾乎整個海洋(97.7%)都受到不同人為壓力因素的影響。¹⁶其中，最主要的壓力因素是人為氣候變遷所帶來的衝擊，例如海洋酸化、海面溫度上升，以及工業捕撈與航運業帶來的影響。¹⁷

海洋健康不僅對於地球的自然環境重要，對於打造更公平的社會和經濟也是息息相關，而這點對沿岸社區尤其如此。許多在發展中國家依賴海洋和沿岸生態系的族群，都是被邊緣化、少數族裔、赤貧或其他弱勢社區，這些社區經常受到污染、過度捕撈或氣候驅動的災害影響（如洪水和風暴），且往往首當其衝。因此，海洋保護和減緩氣候變遷的行動必須和這些社區的發展齊頭並進，創造永續、包容、公平的成果。

海洋治理的落差

許多國家、區域和全球公約、協定、計畫在海洋治理中都可以發揮作用，包括具有約束力的國際法律框架，如《聯合國海洋法公約》，以及不具法律約束力的協定，如聯合國2030年議程和《永續發展目標》第14項，以及2010年簽署的《愛知生物多樣性目標》，承諾保護10%的沿岸和海洋區域。然而，這些約定框架無論是個別或是整體來看，皆沒有達到促進監督和治理的需求標準，無法確保對海洋進行真正永續、公平的管理。¹⁸此外，現有的海洋保護區(MPAs)往往缺乏有效的管理和財務資源，而且許多實際上只是「紙上園區」，缺乏有意義的管理或執行能力。¹⁹例如，《愛知生物多樣性目標》當中，沒有任何一項在原訂2020年的期限之前完全實現，²⁰這便突顯了各國政府未能兌現承諾，把海洋保護視為優先要務。

優先保護藍碳

為因應《生物多樣性公約》締約方大會第15屆會議(COP15)以及聯合國氣候變化大會(COP26)，各國政府必須立刻採取行動實現承諾，並展現急迫、有遠見的領導力來保護海洋以及仰賴海洋維生的人類與地球。海洋生態系強大的碳封存能力顯示了保護生物多樣性與氣候變遷的減緩和調適密不可分。因此，國際社會必須將具有法律約束力、可衡量、有野心的海洋保護目標確實納入氣候政策。世界各地的政策制定者必須共同努力，以全球、整合且正義的方法，並由所有利害關係人集體推動，朝著海洋治理的方向邁進。²¹在政策的制定與實踐中，亦應認可與體現在地社區的經驗和知識，並真正促進其參與海洋和氣候行動。

重要的是，海洋生態系和生物多樣性的保護仍不能取代大規模的脫碳行動，因為脫碳必須以「全面經濟」的方式在所有部門開展，才能實現《巴黎協定》中制定的目標。

也就是說，我們必須揭露任何以氣候危機作為藉口，實則對海洋進行非永續利用、危及人權的活動。

藍碳並不是面對氣候危機的「萬靈丹」，但意識到其重要性可以為我們引路，讓我們邁向對抗氣候危機所需的全面解方。藍碳可以成為我們的工具之一，用來阻止全球熱化、保護社區免於氣候變遷最嚴重的影響。

保護海洋就是保護我們自己。捍衛海洋以及海中蓬勃的生物多樣性需要我們堅定的行動。



紙上園區——歐洲海洋保護區 (MPA) 治理的教訓

歐洲海域仍然缺乏有效的管理及保護措施。根據歐洲審計院的說法，目前歐盟海洋環境保護的架構沒有為海洋生物多樣性提供其所需要的保護，歐洲海域仍受到過度捕撈的威脅。²²歐盟僅有不到1%的海洋保護區受到嚴格保護，可被視為有效的保護區。^{23,24,25}為了達到成效，所有海洋保護區都應特別劃定(極度)瀕危和脆弱物種的棲息地範圍，並適當限制在這些區域的捕撈。²⁶

藍碳政策建議

海洋是我們全球共同遺產的一部分，因此需要全球性的合作政策來保護、維護全人類的海洋和沿岸生態系。

EJF建議各國政府優先考慮以下幾點政策以落實保護：

- 將藍碳與海洋的氣候調節功能納入其國家自定貢獻(NDC)，並把海洋保護相關議題納入氣候減緩立法方案。所有國家自定貢獻都必須遵守《巴黎協定》中做出的承諾，將全球暖化限制在1.5°C，並在所有產業的減排目標之外，納入具體、有法律約束力的目標，以保護和復育藍碳。
- 承諾遵守30x30海洋保護計畫，於2030年之前，將至少30%的海洋劃定為具有生態代表性的海洋保護區並給予完全或高度保護。^{27,28}各國必須進一步承諾保護30%的領海和沿岸水域，並提供所需資源以充分保護劃定的海洋保護區。
- 所有氣候和海洋政策都必須基於最新的科學證據制定。這也意味著增加全球在海洋和社會科學上的資助，包括深入研究鮮為人知的深海生態系。新型態的海洋環境開發(例如商業深海採礦)則需先暫停，至少待指標性研究有初步結論，且制定有效、嚴格的環境風險評估與風險減緩策略。至關重要的是，各國在所有海洋政策中都應使用預防原則，在缺乏強有力的科學證據情況下更應如此。
- 在即將召開的《生物多樣性公約》締約方大會上展現遠見與抱負，針對國際生物多樣性復育和保育制定具有約束力、可衡量的目標，並利用技術和財政支持的方式促使發展中國家實現這些目標。各國政府必須透過生物多樣性政策，包含即將公布的《2020年後全球生物多樣性框架》，以正視氣候崩毀的挑戰。
- 致力於迅速制定強而有力、具法律約束力的《國家管轄範圍以外地區海洋生物多樣性》(BBNJ)條約，提供旨在保護海洋生態系的法規。這將有助於解決目前聯合國海洋法公約和其他法律對國家管轄範圍以外的區域缺乏保育、保護的問題。²⁹
- 確保政策的制定過程透明且有社區參與。氣候變遷減緩和調適以及海洋保護的相關政策，必須與當地社區充分協商，以確保周全考量他們的糧食安全和其他需求和權利。政策的所有社會、文化、經濟和環境影響都必須根據預防原則進行評估。
- 為氣候融資機制提供支持和資金。這些氣候融資機制必需認知到歷史上的大宗溫室氣體排放者，有責任支持發展中國家，促成以當地社區為主導的藍碳復育、以自然為本的解決方案，和以生態系為基礎的調適。根據「污染者付費」的原則，從現狀到海洋永續管理的過渡期間所產生的財政負擔，將由已開發和開發中國家共同分擔。
- 採用EJF的「全球漁業10項透明度原則」。³⁰這些原則包括簡單、具成本效益的行動，例如發布漁船執照清單和公布漁船追蹤數據，這些行動在任何國家都可以實現，亦可在打擊漁業非法捕撈和人權侵犯的問題發揮關鍵作用，為我們的海洋生態系永續管理帶來貢獻。
- 禁止破壞性的捕撈活動，例如在海洋保護區進行海底拖網捕撈，並逐步取消政府對漁業的補助(包含燃料補助)，因這些補助只會使海洋生態系遭受破壞。

30 x 30——到2030年，以有效的海洋保護區網絡保護至少30%的海洋

在2016年世界自然保護大會上，國際自然保護聯盟(IUCN)成員同意了一項海洋保護目標：在每個海洋棲息地中，劃定和實施至少30%的範圍為高度保護的海洋保護區網絡。IUCN呼籲《生物多樣性公約》(CBD)的締約方將這一目標納入2020年後目標。³¹

目前全球只有7.66%³²的海洋被劃入海洋保護區。³³此外，這些海洋保護區僅保護了國家管轄範圍以外約1.18%的區域，代表佔全球海洋面積約61%的公海幾乎完全不受保護。³⁴

此外，現有的海洋保護區面臨著財政和人力資源不足的狀況，難以改善海洋健康。一項由22名國際學者組成團隊所進行的研究顯示，充足的預算和人員有助於提高海洋保護區的有效性(以魚類種群的健康狀況衡量)。相較之下，一些缺乏財政和人力資源的海洋保護區對海洋保護的積極影響則較低。³⁵因此，僅是將30%的海洋劃定為海洋保護區還不足夠：政府必須承諾提供必要的資源，以確保海洋保護區能夠實現其保護目標。

另一個能有效保護海洋的關鍵因素是海洋保護區之間的綜合作用。各國應優先建立海洋保護區網絡，使網絡「在不同的空間上共同合作產生綜效，並以單一保護區無法達到的目標去制定一系列保護標準」。³⁶各國必須仔細評估生物特徵和地點、大小、空間，以形成整合一致的海洋保護區網絡，發揮極大化的生態效益。

以正義為導向的海洋政策和經濟

長期以來，違反永續性的開發和採礦業導致海洋生態系破壞。海洋資源的獲取機會並不公平：最近的一項研究顯示，2018年海洋相關產業裡前100大公司就佔總產業營收1.9兆美元的60%(1.1兆美元)。³⁷海洋經濟如此集中的財富和權力威脅著小型漁業工作者的人權，而這些人佔全球漁業從業人員的90%以上，其中則有97%生活在發展中國家。^{38,39}這些人通常與當地的生態系有最密切的關聯，也理解至深，他們也是對環境濫用與溫室氣體排放歷史責任最少的一群人。

然而，海洋保護政策仍往往忽視公平和環境正義問題。⁴⁰為了建立一個公正、永續的海洋保護系統，我們必須將「三重危機」——氣候變遷、生物多樣性喪失與人權侵犯，視為同一問題的一體三面。因此，需要保護至少30%海洋的這項策略，必須尊重並整合當地社群所主導的整體海洋管理方式與社會公平。^{41,42}海洋保護決策的透明度是關鍵，能確保當地社區和原住民的權利和生計需求得到尊重、他們的參與和領導得到保障，以及將他們的知識充分整合至所有決策過程中。此外，這一切皆應基於這些族群的自由意志、事先知情同意原則，而這些群體的多樣性也應被納入考量。

海中森林：抵禦氣候崩毀的沉默捍衛者

沿岸地區的「海中森林」，包括海藻、鹽沼、海草床和紅樹林，具有非凡的碳吸收能力。這些藍碳生態系是以自然為本的干預計畫，更是對抗全球熱化的關鍵要素。⁴³

紅樹林

紅樹林是耐鹽的樹木和灌木，生長在熱帶和亞熱帶國家的海岸沿線。紅樹林約佔全球森林面積的0.4%，⁴⁴孕育豐富且廣泛的生物多樣性，包括海牛和儒艮等草食性海洋哺乳動物。紅樹林的樹冠還為眾多昆蟲、猴類和鳥類物種提供了重要的棲息地。⁴⁵紅樹林是繁殖地亦是育苗場，為幼魚提供必需的食物，從而支持全世界的漁業。⁴⁶例如在密克羅尼西亞，當地的螃蟹漁業在紅樹林地區每年每公頃的獲益高達423美元，⁴⁷而全球小型近海混合物種漁業的收益中位數估計約為每年每公頃106美元。⁴⁸

紅樹林還提供了沿岸社區不可取代的生態系服務：估計有超過一億人居住在距大型紅樹林10公里的範圍內，其中絕大多數在發展中國家。⁴⁹這些生態系的服務範圍從木材和糧食安全，到暴潮防護。⁵⁰舉例來說，2013年海燕颱風襲擊菲律賓時，破壞和死傷較低的村莊周遭都有紅樹林能減緩強風和波浪帶來的衝擊。⁵¹世界銀行的一項研究估計，若不保護現有的紅樹林，菲律賓每年會多出613,000人遭受洪水侵襲，財產損失亦將增加28%，至每年超過10億美元。⁵²紅樹林作為魚類育苗場也能支持社區生計：印度的一項研究估計，（在研究區域內）健康的紅樹林根系對漁業產量帶來23%的額外貢獻。⁵³

紅樹林對生態系帶來最重要的服務之一，是其對減緩氣候變遷的貢獻。紅樹林每公頃可儲存的碳量是陸地熱帶森林的四倍，⁵⁴每年可儲存2,300萬噸。⁵⁵



一位參與在肯亞Gazi Bay以社區為本紅樹林保育計畫的婦女。照片來源：WWF Kenya

總括來說，紅樹林生態系目前儲存了大約37至62億噸的碳，⁵⁶其中大部分儲存在土壤和紅樹林棲地的地下死根中。⁵⁷然而，破壞紅樹林生態系將會使這個強大的碳匯變為主要的碳排放源。由於紅樹林吸收碳的效率較高，因此一旦被破壞，每公頃的碳排放量也將高於其他類型的森林生態系：雖然紅樹林僅佔全球熱帶林面積的0.7%，但砍伐紅樹林卻佔砍伐熱帶林排放溫室氣體總量的10%。⁵⁸因此，在「淨零」時代，保護紅樹林生態系至關重要。

從1996年至2016年，全球紅樹林淨覆蓋面積減少了超過6,000平方公里。⁵⁹儘管過去十年的砍伐速度有所減緩，^{60,61}但IUCN估計全球67%的紅樹林已經消失或退化，所有未受保護的紅樹林都可能在接下來的100年內消失。⁶²2000年至2016年間消失的紅樹林地，有高達62%是因土地利用的變化所造成。⁶³紅樹林面臨最大的威脅，是將其砍伐並用作木材，或焚毀棲地轉變為水產養殖、農業（如稻田和油棕種植園）或沿岸土地開發。⁶⁴

紅樹林面臨最具破壞性也最普遍的威脅之一是蝦類養殖。泰國從1976年到1991年喪失的紅樹林面積，有65%是轉作養蝦場所造成。⁶⁵更糟糕的是，由於土壤受損、酸化以及水質惡化，養蝦場大多在約五年後便被廢棄；⁶⁶一旦蝦池被廢棄，碳儲存量比起原先生物多樣性豐富的紅樹林僅剩約11%。⁶⁷改建成養蝦場所造成的損害不易逆轉，研究人員也尚未發現可在養殖場廢棄後恢復土壤碳儲量的明確方式。⁶⁸

紅樹林的破壞也是一個不正義的問題。紅樹林的破壞威脅著沿岸社區居民的生計，這些社區依賴健康的紅樹林提供漁業、水源和抵禦風暴的保護力。沿岸社區歷史上對溫室氣體排放量僅負有極少的責任，然而若沒了紅樹林，他們卻更容易遭受全球熱化和極端天氣的影響。被破壞的河口生態系導致全球魚類資源減少，並增加了糧食安全的疑慮。保護和復育全球的紅樹林，對於減緩氣候變遷與保護這些最容易受到全球熱化威脅的族群人權至關重要。

海草

海草只覆蓋全球海洋的0.2%，每年卻可以吸收2,740萬噸碳，約佔海洋每年碳封存總量的10%。

海草床包括生活在潮間帶至淺亞潮帶區域的開花植物，橫跨所有緯度，覆蓋全球海洋的0.2%。⁶⁹海草具有重要的生態系功能，為魚類、鳥類、爬蟲類和海洋哺乳類動物提供食物和庇護，其生態系包括海馬、海龜、儒艮和海牛等眾多指標性物種。

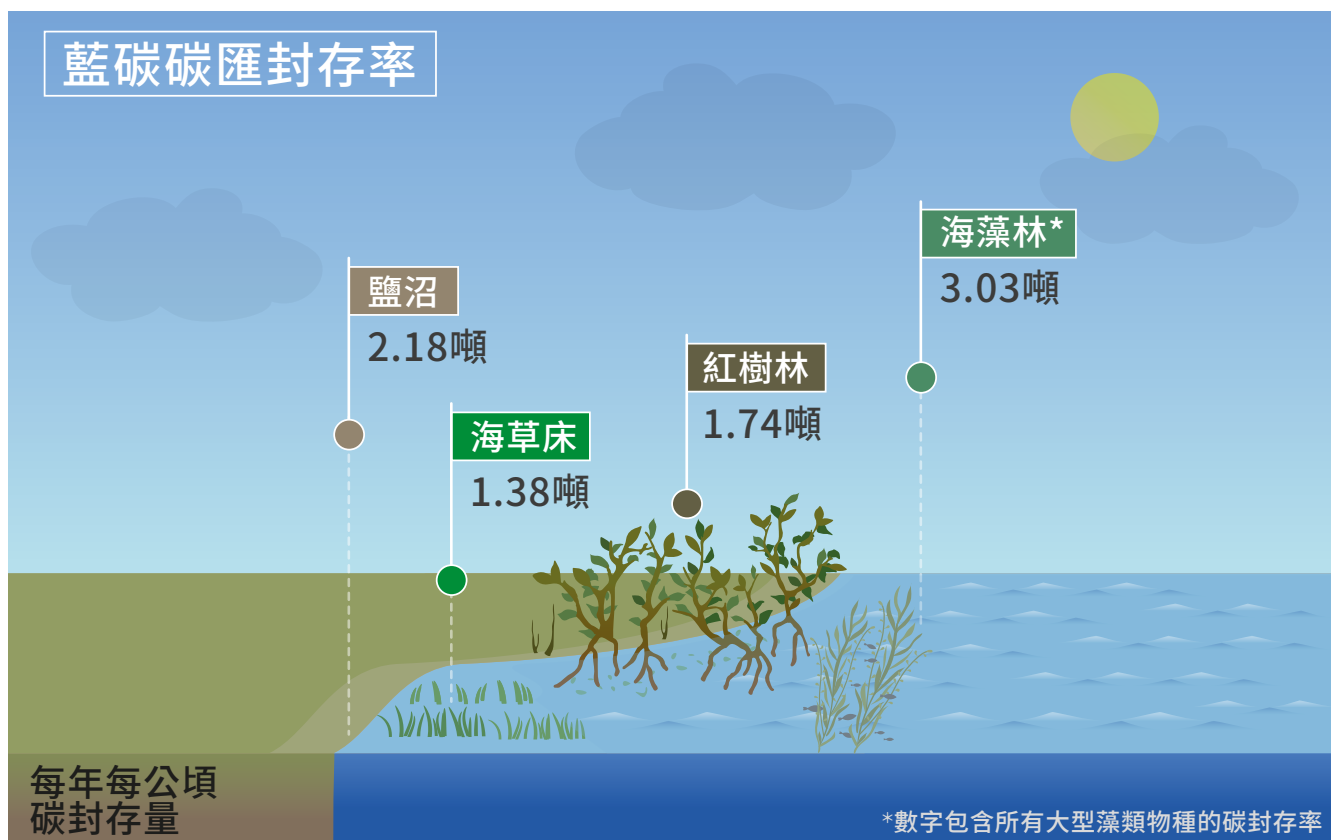
在生態系服務上，海草作為魚類的繁殖地和育苗場，對魚類健康、種群的生存發揮關鍵作用。⁷⁰這些服務不僅使水中的野生動物受益：在某些地區，商業漁獲產值的30%以上受惠於健康的海草生態系。⁷¹海草床的頂端和地下根系還可透過減少波浪能來穩定海洋沉積物。⁷²它們可以保護海岸免受侵蝕，並降低當地社區對潮湧、海平面上升和極端天氣事件的脆弱度。

健康的海草床可以增強共生珊瑚礁抵抗海洋酸化的韌性，進而在海洋熱化的威脅下，保護珊瑚生態系豐富的生物多樣性。⁷³珊瑚礁是世界上生物多樣性最豐富的生物群落之一，其生態系服務貢獻了超過5億人的生計和糧食安全。⁷⁴珊瑚礁緩衝海洋自然災害的能力使它們對島國至關重要，一些國家已開始復育珊瑚礁生態系，並將其視為調適策略，對抗因氣候變遷而日漸惡化的極端天氣事件。⁷⁵然而，珊瑚礁也極易受到氣候變遷導致的海洋酸化影響，⁷⁶進而對海洋生物多樣性和依賴它們的社區造成破壞性影響。因此，保護海草床便是幫助保護珊瑚礁生態系的一種方法。

海草也是藍碳的重要儲存庫。科學家估計，全球海草生態系可能儲存高達199億噸碳。⁷⁷海草每年可以吸收2,740萬噸碳，約佔了海洋每年碳封存總量的10%。⁷⁸海草床可以儲存的碳量是陸地土壤的兩倍，使其成為世界上最有效率的碳吸存生態系之一。⁷⁹

然而，如同紅樹林所面臨的情況，海草生態系的退化使這些碳匯轉變成排碳源。按照目前海草消失的速度，每年因海草消失所帶來的碳排放量約為近三億噸。⁸⁰

我們需要立即採取行動，保護、復育關鍵的海草生態系。全球海草床受到城市、工業和農業地表逕流水污染，以及基礎設施發展與底拖網漁船的威脅。⁸¹底拖網漁船對海底生態系的破壞可能需要數十年才能恢復。⁸²



資料來源：請見表一。



© EJF



照片來源：John Turnbull (CC BY-NC-SA 2.0)

海藻林

海藻林是大型褐藻，長度可達30公尺，生活在相對較淺、營養豐富的沿岸水域。⁸³海藻林覆蓋約1,469,900平方公里的海洋，約佔全球海岸線的22%。⁸⁴海藻林與紅樹林和海草相同，擁有豐富的生物多樣性：種類繁多的魚類、海洋哺乳類動物（包括海獺、海豹和鯨魚）以及無脊椎動物皆以海藻林為食並以其為棲地。⁸⁵

在對抗氣候變遷上，海藻林展現出非凡的碳儲存和封存能力。研究人員估計，像海藻林這樣的大型藻類每年在全球可封存約1.73億噸碳。⁸⁶澳洲學者的另一項研究發現，橫跨大南方珊瑚礁的海藻林每年可以儲存超過130萬噸碳：相當於澳洲大陸周圍儲存藍碳的30%以上。⁸⁷此外，海藻作為肥料可以透過改善土壤品質，減少土壤碳排放；作為飼料餵食牲畜，則可幫助減少甲烷排放。⁸⁸

海藻林面臨的壓力與日俱增。海藻林每年以2%的速率在消失，⁸⁹係因氣候變遷、污染、漁撈、入侵性掠食者，以及過度採收褐藻酸鹽用於食品、紡織和製藥業生產所致。⁹⁰氣候變遷的威脅不僅止於海水溫度升高，微生物群落也會因海洋酸化而導致變化。研究顯示，當海藻處於酸化海水之中，會出現類似疾病的症狀並死亡。⁹¹這些研究結果為海藻林的未來描繪了令人擔憂的風景。

因此，我們必須立即採取行動，保護如此關鍵的生態系。

潮間帶鹽沼

潮間帶鹽沼位於海水漲退潮的沿岸濕地。鹽沼是豐富而獨特的生物多樣性熱點，為許多野生動物（包括候鳥和具有商業價值的魚種苗場）提供家園和覓食地。⁹²鹽沼的碳累積速率也非常高：全球鹽沼沉積物的平均碳累積率約為每年每公頃2.1噸。⁹³除了碳封存外，鹽沼生態系還提供其他重要服務，例如調節土壤養分的生地化學循環、⁹⁴侵蝕控制和保護沿岸社區免受洪水和暴潮的影響。⁹⁵

全球鹽沼正受到都市化和土地轉為農業用地等人類活動的威脅，同時也受到人因全球熱化的影響，包含海平面上升和極端天氣事件。⁹⁶

自1900年以來，全世界大約49.8%的沿岸天然濕地（包括鹽沼）已經消失或退化，⁹⁷按照目前的排放軌跡，下個世紀可能還會消失30%-40%。⁹⁸

表一：主要碳匯碳吸存量比較

生態系	全球覆蓋量 (平方公里)	每年每公頃碳封存量	每年消失速度
熱帶雨林	18,341,360 ⁹⁹	0.74噸 ¹⁰⁰	0.5% ¹⁰¹
紅樹林	147,860 ¹⁰²	1.74噸 ¹⁰³	0.16% ¹⁰⁴
海草床	266,562 ¹⁰⁵	1.38噸 ¹⁰⁶	7% ¹⁰⁷
鹽沼	54,950.89 ¹⁰⁸	2.18噸 ¹⁰⁹	1-2% ¹¹⁰
海藻林	1,469,900 ¹¹¹	3.03噸 ¹¹²	2% ¹¹³

* 數字包含所有大型藻類物種的碳封存率

治理和政策

「海中森林」對生態系功能、氣候減緩和調適，以及人類整體福祉至關重要。然而，它們的重要性在國際或國家層級都沒有被充分認可，它們目前所受到的保護亦與其關鍵地位不符。儘管全球有295個具有拉姆薩公約國際重要性的濕地包含紅樹林、57個濕地包含海草床、472個濕地包含潮間帶鹽沼、13個濕地有海藻林，¹¹⁴但即使是指定的拉姆薩濕地區也因為保護目標執行不力、缺乏財務與人力資源，以及缺乏保護治理的明確性而受到威脅。¹¹⁵

以自然為本的解決方案輔助脫碳行動——即基於自然棲地生態系服務的減緩和調適方法——正在引起政策制定者的關注，有助於強化我們地球自體的碳循環、保護生物多樣性免受「第六次生物大滅絕」，並守護全球脆弱社區的生活和生計。

然而，儘管海中森林生態系是可以有效對抗全球熱化的自然解決方案，但在迄今為止簽署《巴黎協定》的197個國家中，只有64個國家（約三分之一）在他們第一次國家自定貢獻中大略提及沿岸和海洋生態系，¹¹⁶而有制定具體保護目標的國家則更少：只有巴哈馬同時為海草和紅樹林保護制定了可衡量的目標，而海地、馬達加斯加、塞內加爾和越南則為紅樹林保護制定了明確目標。¹¹⁷

現行保護海中森林生態系最適切的國際治理機制是《生物多樣性公約》(CBD)。¹¹⁸CBD的愛知生物多樣性目標(2011-2020年)在第6、7、11和14項目標下皆涵蓋了海中森林的保護目標，¹¹⁹因為它們對於健康的海洋不可或缺，然而全世界在2020年前，竟然連任何一項的愛知目標都未能實現。¹²⁰《2020年後全球生物多樣性框架》將在下一屆聯合國生物多樣性會議COP15上拍板定案，但為了避免重蹈愛知目標的覆轍，全球領導人在國家、區域和國際的層級上，將需要透過可衡量且具有約束力的實施計畫，來支持有野心的保護目標。

台灣現有的海洋保護區依六項不同的法規劃設，即《野生動物保育法》、《國家公園法》、《漁業法》、《文化資產保存法》、《發展觀光條例》和《都市計畫法》。¹²¹然而，這些保護措施皆沒有針對海草床而設。目前實踐中的海草保護都只是順便附帶的保護，例如剛好有其他受保護的野生動物居住在海草生態系，或海草床恰好位於旨在保護珊瑚礁的國家公園內。¹²²此外，台灣目前沒有將海洋碳匯納入國家溫室氣體排放清冊中，¹²³從碳匯管理的角度來看，這也阻礙了從氣候變遷觀點保護海中森林的可能性。



威爾斯Dale Bay的海草復育計畫。© EJF

以社區為本的沿岸生態系保護方法

雖然由上而下的法規很重要，但由下而上的參與才是永續、長期環境保護的關鍵。世界各地以社區為基礎的保護計畫，在保護生態系和當地居民的權利方面皆展現了成果。

在肯亞，Gazi Bay社區便是一個成功的例子。¹²⁴當地紅樹林提供的生態系服務對這個漁業社區至關重要。Mikoko Pamojo保護計畫成立於2013年，由當地居民領導，資金來自出售紅樹林碳封存能力的自願碳權。藉由碳權的永續收入，社區能夠復育和增強生態系及其服務。除了碳權的保護獎勵措施外，社區還可以從其他紅樹林相關的收入中獲得更多益處，例如生態旅遊。以此產生的資金也有助於滿足社區的基礎設施和教育等發展需求。

Gazi Bay計畫是社區主導保護計畫的成功例子，也是展現氣候、生物多樣性和人權需求能夠如何彼此相輔相成、互利互惠的模型。然而，與所有藍碳解決方案一樣，企業或政府不能以購買碳權（即使是與成功的社區發展計畫相關的碳權）來代替快速脫碳行動，或被視為在其他地方砍伐森林的許可證。藍碳復育計畫可以是成功的氣候減緩解決方案的一部分，但它們不是「萬靈丹」。

EJF針對「海中森林」的建議

「海中森林」可以成為我們對抗氣候崩毀的強大盟友，但我們必須現在就採取行動予以保護。

1. 國際社會必須緊急優先考慮紅樹林、海草、鹽沼和海藻林生態系的保護和復育，作為其《巴黎協定》下國家自定貢獻實施計畫的一部分。
2. 即將公布的《2020年後全球生物多樣性框架》必須包含保護和復育區域海中森林生態系的具體目標，並為保護目標制定足夠的財務和人力資源。
3. 國際氣候融資機制應當提供協助，將已開發國家的資金直接轉向最低度開發國家和小島嶼發展中國家，以支持其環境保護或「海中造林」的工作。這些保護工作應包括為海洋保護區設定國家層級、具有約束力並以科學為依據的目標，以保護和復育紅樹林、海草、鹽沼和海藻林生態系。
4. 政府亦必須與當地社區合作，禁止因水產養殖和農業擴張而破壞海中森林。同時必須逐步淘汰如底拖網捕魚等具破壞性的捕魚方式，包括立即禁止在海洋保護區內進行拖網捕撈。
5. 必須採用嚴格的價值鏈盡職調查法規，以確保消費品（包括漁業和水產養殖產品）來自合法、永續管理的養殖場和農場。
6. 台灣必須將沿岸生態系列為海洋保護區內的重要保護目標，並將海洋碳匯納入國家溫室氣體排放清冊。

鯨豚類動物：我們氣候行動的水中盟友

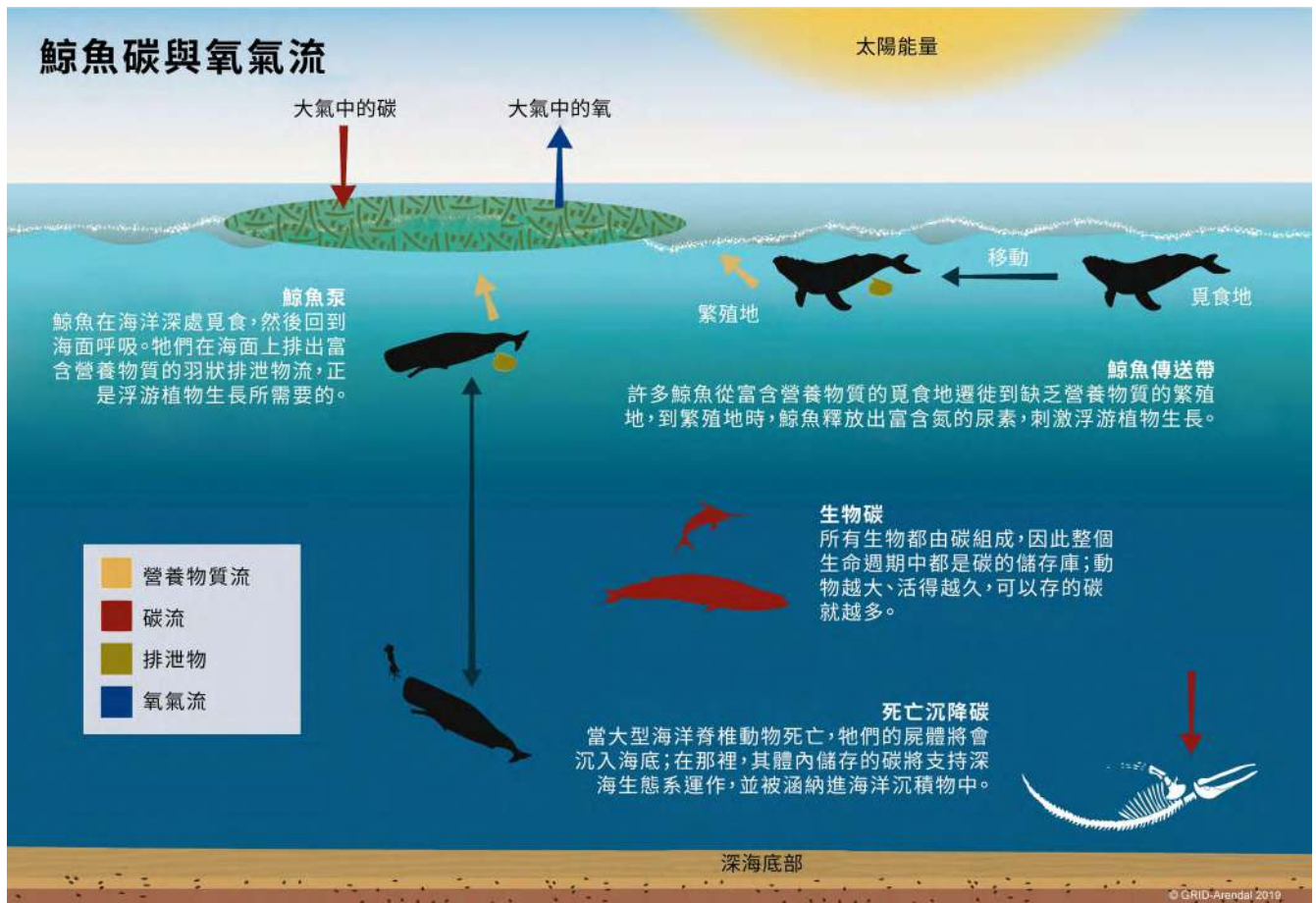
鯨豚類動物——鯨魚、海豚和鼠海豚——是很有魅力的關鍵物種，也對健康的海洋生態系至關重要。在過去十年間，研究顯示大鯨魚——包括藍鯨(*Balaenoptera musculus*)、長鬚鯨(*Balaenoptera physalus*)和北大西洋露脊鯨(*Eubalaena glacialis*)在內的13種大型鯨魚——對海洋的生物碳循環有正面的影響。^{125,126}最近的研究也指出，雖然大多數的碳循環模型往往未將鯨豚類算入，但牠們可能對海洋碳循環有著重要影響。^{127,128}

鯨魚、初級生產和碳循環

浮游植物是整個海洋產生「生物碳泵」作用的驅動力。

這些生物從大氣中捕獲了大量的碳並將其封存於海洋中：^{129,130}浮游植物被認為至少貢獻全球光合作用淨初級生產量的45%，^{131,132}對氣候穩定發揮關鍵作用，¹³³並貢獻世界上至少一半的氧氣。¹³⁴

大型鯨魚則有助於浮游植物的初級生產量。浮游植物從鯨魚排泄物中獲取養分，其中的鐵和氮有助於這些微生物繁衍。許多鯨豚類物種在海洋深處覓食，而牠們潛水往返則將更多的礦物質帶到海面，這個鯨魚運輸養分的機制被稱為「鯨魚泵」。¹³⁵此外，鯨魚向低緯度地區的遷徙模式——所謂「鯨魚傳送帶」——有助於將這些營養物質循環到營養缺乏的地區。¹³⁶鯨豚類的行為習性可刺激新的初級生產量、增加浮游植物數量、^{137,138,139}促進海洋的碳吸收量，^{140,141}並提高生態系的生產力。¹⁴²



鯨魚碳與氧氣流：鯨豚類與海洋脊椎動物整體而言如何幫助海洋碳循環。

圖片來源：GRID-Arendal | www.grida.no/resources/14276



鯨魚排泄物可以刺激浮游植物生長。

照片來源：Brodie Guy (CC BY-NC-ND 2.0)

如同所有其他生物，大型鯨魚透過體內累積來捕捉大氣中的碳。¹⁴³一些研究人員估計，每隻大型鯨魚在死亡沉入海底時，平均會吸收33噸二氧化碳。¹⁴⁴當鯨魚死於自然原因時，牠的屍體將會沉入海底，其體內儲存的碳將留在海底好幾個世紀，並為深海物種提供了棲息地和營養。^{145,146}

在計算了人類捕鯨活動前的鯨魚數量之後，緬因大學和英屬哥倫比亞大學的科學家估計，「若重建鯨魚種群數量，每年透過鯨魚屍體下沉可除去 1.6×10^9 噸碳」。¹⁴⁷

這些機制是海洋脊椎動物的碳服務例子，也顯示了鯨魚如何提高生態系的生產力，像是透過刺激魚類種群的數量增長。¹⁴⁸然而，鯨魚和其他魚類一樣，一直被人類以違反永續原則的方式鎖定捕殺，導致牠們體內的碳釋放回大氣中。

由於過去的商業捕鯨，如今全球鯨魚對碳封存的貢獻顯著減少。牠們對全球碳和養分流的確切貢獻，在很大程度上仍不確定。然而，牠們在地方和區域生態系功能中發揮著關鍵作用，恢復牠們的族群數量可以成為減緩氣候變遷的藍碳行動計畫一部分。^{149,150}

海洋野生動物和碳封存的相互連結關係，突顯了生物多樣性和氣候減緩政策相互結合的必要性。大型鯨魚可能不是解決氣候危機的「萬靈丹」，但這些地球上最大的動物是我們最佳的盟友之一。牠們證明了無邊無際的海洋屬於所有生物——如果我們保護它，就是保護我們自己。

過度捕撈和藍碳存量的威脅

鯨魚完美展現了海洋生物能夠如何促進氣候穩定，並可同時作為碳匯。然而，牠們並非海洋中唯一發揮儲碳能力的關鍵物種。¹⁵¹鯊魚等食物鏈頂層掠食動物，透過控制草食動物種群的數量來維護生態系的完整性。如果鯊魚數量減少，植物群落就會減少，因為草食動物會消耗更多的植物，例如從大氣中儲碳的紅樹林和海草。^{152,153}這種由於頂層掠食者消失而引發低營養階層物種增殖所造成的級聯過程，被稱為營養遞延效應，可能導致群落結構和整體生態系功能的巨大變化。¹⁵⁴迄今，食物鏈中上層物種消失的影響與其對碳循環作用的意義仍然缺乏研究。¹⁵⁵

如同鯨魚一樣，鯊魚也在體內儲存碳。但是過度捕撈導致牠們的數量大幅減少——而這些碳一旦脫離海洋就會釋放到大氣中。¹⁵⁶近期的一項研究發現，「自1970年以來，由於相對的漁獲壓力增加了18倍，全球海洋鯊魚和魷魚的數量下降了71%」。¹⁵⁷

永續漁業捕撈是復育和維持海洋生物多樣性和生物量、促使海洋生物碳循環的關鍵。¹⁵⁸研究人員估計，過去70年間，海洋漁業至少釋放了7.3億公噸二氧化碳(GtCO₂)。¹⁵⁹工業化捕撈是使魚類生物量碳匯潛力減少的主要原因，然而，政府仍持續提供公共資金作為補助，以支持和延續違反永續原則的漁業活動。這些以燃料補貼形式的補助，不僅使過度捕撈損害了我們海洋的健康，它們還增加溫室氣體的排放，並加深人類對化石燃料的依賴。根據最近發表在《科學前緣》期刊上的一份報告，從公海取出的藍碳中，約有43.5%出自沒有補貼就無法獲利的區域。^{160,161}



漁業和航運等海洋工業活動在減少海洋碳匯潛力方面，扮演重要角色。科學家估計，捕魚活動造成的藍碳釋放，佔全球藍碳釋放至少40%。© EJF

大型鯨魚遭受的威脅

直到20世紀中葉，商業捕鯨都是鯨魚種群的主要威脅：據估計，在長期的商業捕鯨活動中，全球約有66-90%的鯨魚種群或85%的鯨魚生物量被消滅。¹⁶²這導致鯨魚種群的碳儲量顯著下降：例如，科學家發現，現今的大型鬚鯨種群儲碳量，比起商業捕鯨開始前減少了910萬噸。¹⁶³目前，13種大型鯨魚中有12種被列入《瀕危野生動植物種國際貿易公約》(CITES)附錄一，而在國際自然保護聯盟(ICUN)的瀕危物種紅色名錄中，4種鯨豚類物種和18種鯨豚類亞種或亞群目前被列為極危物種，另有11種鯨豚類物種被列為瀕危物種。¹⁶⁴

儘管近幾十年來商業捕鯨活動顯著減少，但鯨魚仍然面臨人類活動的眾多直接和間接威脅。隨著全球對海鮮的需求持續增加，捕撈活動(包括從事非法或破壞性活動的船隻)也不斷增長。儘管海豚和鯨魚可能不是大多數漁船的主要目標，但牠們經常因被漁網或其他工具纏住而被混獲。¹⁶⁵EJF記錄指出有高比例的鯨豚類遭到鮪延繩釣混獲，並發現以鯊魚為目標的船隻可能會故意捕捉海豚作為誘餌。^{166,167}被漁民遺棄並留在海上漂流的「幽靈」漁網，也往往是海洋動物的致命陷阱：據估計，每年有600,000至800,000公噸的幽靈漁具進入海洋，造成至少136,000隻的海豹、海獅和鯨魚死亡。^{168,169}其他來自人類海上活動的威脅還包括船隻撞擊、噪音和化學污染。¹⁷⁰

鯨豚類也受到氣候危機的嚴重影響，包括海洋暖化和酸化，以及食物來源枯竭。^{171,172,173}隨著全球熱化，海洋溫度持續上升，鯨豚類種群將面臨進一步的壓力，進而削弱牠們對全球海洋碳循環的貢獻。

治理和政策

直到1986年，鯨魚種群數量瀕臨崩潰，國際捕鯨委員會(IWC)才終於同意中止大多數商業捕鯨活動，¹⁷⁴但在鯨豚類動物的保護治理方面仍存在許多缺口。

要保護鯨豚類，必須先理解牠們在海洋生態系中扮演的角色。2016年，IWC承認鯨豚類「對生態系功能」(包含碳封存)的重要作用，¹⁷⁵此舉在國際層面上開啟了鯨豚類保護的新對話。然而，國際間尚未做出明確承諾，而在將鯨豚類生態系服務全面有效地納入國際決策方面，也仍進度落後。

不論是刻意或是以混獲的形式，商業捕撈導致鯨豚類動物死亡的問題仍未在區域和國際公海治理機構(如區域性漁業管理組織)得到充分的重視。¹⁷⁶EJF的調查¹⁷⁷和科學研究^{178,179,180}指出，延繩釣船有意和無意捕撈鯨豚類的問題嚴重性不容忽視。



保守估計每年有600,000至800,000公噸的幽靈漁具進入海洋，造成至少136,000隻的海豹、海獅和鯨魚死亡。

美國聯邦政府和佛羅里達州生物學家團隊，正在協助Daytona海灘外一隻北大西洋露脊鯨脫困。
圖片來源：NOAA News Archive 123110, (CC BY 2.0)

在台灣，所有鯨豚類動物都被列為保育類，並受《野生動物保育法》的保護。¹⁸¹根據該法，保育類動物不應受到任何形式的騷擾或虐待。除了緊急情況之外，獵捕和宰殺皆被嚴格禁止。¹⁸²然而，根據EJF的調查，鯨豚類的生命經常受到漁業活動的威脅。¹⁸³EJF發現，一些台灣漁船刻意以鯨豚類為目標，目的是將海豚肉作為捕鯊的誘餌。這些案例顯示，由於漁船管理缺乏透明度，政府對於有多少鯨豚類面臨危險無法充分了解。執法不力也成為鯨豚類保護的結構性問題。

國際社會仍未系統性解決一些其他對於鯨豚類動物的主要威脅，例如鯨豚類動物與海上船隻相撞的問題。¹⁸⁴研究人員仍在收集數據，以確認碰撞熱點並減少事故發生，而個別的國家或區域組織已採用限制船速、改變航道、使用聲音警報和提高公眾意識等方法，達到不同程度的成功。^{185,186}其中一項主要的疑慮，是現有的海洋保護區和保護策略，並未充分反映全球熱化將如何影響未來幾年的遷徙路線和物種分佈，而這可能會減弱現行對鯨豚類動物的保護力道。^{187,188}

人類和環境正處於危急存亡之秋。

如果包括氣候變遷在內的主要威脅得到緩解，海洋生物多樣性則可以得到恢復，從而有助於保護人類。

但我們一直以來行動遲緩，而時間不多了。



EJF 對鯨豚類保護的建議

1. 我們迫切需要全面、整合的行動，並以橫跨部門的方式，重建海洋生物支持系統和復育海洋棲息地。^{189,190}以海洋為本的保護目標以及鯨豚類與其他海洋生物多樣性的保護，皆應納入氣候減緩、韌性和調適政策中，也應納入國際和國家氣候目標、國家自定貢獻(NDCs)和國家調適計畫。¹⁹¹生物多樣性公約，和比愛知生物多樣性目標更強而有力、有約束力的策略必須被納入區域、國家與國際間的氣候政策實施，且應特別考量鯨豚類的角色，並加強制定以自然為本的解決方案與藍碳政策。
2. 為了保護國家管轄範圍以外的生物多樣性和生態系，我們需要一個精心管理的全球網絡，由受到高度或完全保護的海洋保護區互相串聯組成，同時也要考量到氣候變遷對鯨豚類物種的影響。¹⁹²這必須得到必要的資金支持，以確保海洋保護區能被有效管理，進而保護人類和地球。

EJF進一步呼籲各國合作解決和規範鯨豚類面臨的其他威脅，包括採取措施消弭鯨豚類混獲和破壞性非法捕撈行為、清理危險的「幽靈漁具」、防止和解決海洋生態系的塑膠、噪音、光害和化學污染、並採取行動防止船隻撞擊。實施EJF的「全球漁業10項透明度原則」可以進一步幫助保護鯨豚類免受非法捕撈活動的侵害。

深海採礦：人類和地球面臨的威脅

深海生態系的範圍從海面下方約200公尺處開始，那裡陽光逐漸消失，直到海洋最深處約11,000公尺處。¹⁹³ 深海覆蓋了地球表面的65%，¹⁹⁴是地球上最後一個科學未知領域的邊界之一。海面下數千公尺處有深海平原、海底熱泉、海底峽谷和海底山等豐富多樣的景觀，科學家們希望有朝一日能更瞭解海洋對氣候的控制作用、發現拯救生命的藥物，並對於地球上的生命演化有更新的認知。但並不是只有科學家關注深海：採礦業也將目光轉向深海，以採掘有價值的金屬和礦物質，如用於智慧型手機和電動車電池的鈷和錳。

深海採礦(DSM)是從深海中提取礦物的過程，計畫將於國際法律框架《海底採礦規範》確認過後，旋即以商業規模展開。¹⁹⁵ 2021年6月，諾魯共和國政府訴諸「兩年規則」，宣布有意開始商業深海採礦活動，並為採礦規範的定稿設了最後期限。¹⁹⁶ 在我們尚未完全瞭解的生態系中，進行大規模採礦作業，並使用未經試驗的開採技術，可能對全球海洋生態系、海洋生態安全以及全球30億仰賴海洋為生的人帶來災難性的影響。¹⁹⁷ 當前，我們對水下環境的瞭解仍然不夠透徹，無法控制深海採礦對環境的影響，而且我們目前缺乏有效、公正的治理工具來管理新採礦業對全球公共資源的採掘。我們已經目睹陸地採礦和化石燃料公司如何破壞整個生物群落、加劇全球不平等、嚴重侵犯人權，並大量採掘超出地球負荷，我們不能放任此種破壞模式進入海洋。為了人類和地球的未來，我們必須立即採取行動保護深海。

深海生物多樣性

我們對深海的瞭解甚少。目前，只有不到20%的深海可由現代技術繪製而出，¹⁹⁸這也導致我們無法對深海採礦的影響做出公正評估和有效管理。因此，聯合國設定2021-2030年執行「聯合國海洋科學永續發展十年計畫」，¹⁹⁹並啟動了「海床2030計畫」，²⁰⁰旨在更加了解海底世界，以縮小知識缺口並制定以科學為依歸的海洋政策。

傳統上，人們普遍認為深海是一片貧瘠的沙地，不利於生命的孕育，但實際情況卻是完全不同。一個顯著的例子是深海採礦勘探中最受追捧的地區之一——在太平洋海域中的克拉利恩-克利珀頓破裂帶(CCZ)。該區佔地約450萬平方公里，²⁰¹面積比歐盟還大，而據估計，其鈷儲量和鎳儲量是所有已知陸地礦床的六倍和三倍，也是錳和銅等其他有價金屬的大量藏地。²⁰²檀香山夏威夷大學的深海生物學家Craig Smith花了30年時間

大約90%在CCZ收集的物種中，都是科學上認定的新物種，包括一些在海洋其他任何地方都找不到的稀有物種。

研究CCZ的生態系，收集了許多不同種類的水下生物，



照片來源：NOAA Ocean Exploration & Research, (CC BY-SA 2.0)



照片來源：Bioluminescence 2009 Expedition, NOAA/OER, (CC BY 2.0)

如軟珊瑚、海星、海膽、海參等，而他收集的物種中，大約90%都是科學上認定的新物種，包括一些在海洋其他任何地方都找不到的稀有物種。²⁰³即使已經發現如此豐富的生物多樣性，深海仍然是一待解之謎：科學家估計目前對CCZ僅只進行了0.01%的採樣。²⁰⁴

深海與氣候控制

深海作為碳匯，在海洋中扮演至關重要的角色。有機碳埋藏於深海床沉積物中，有助於調節大氣中的二氧化碳，從而維持全球氣候的平衡。^{205,206,207}除了將碳埋藏於深海沉積物之外，海洋的生物多樣性對碳封存也至關重要。鯨魚等大型生物在其一生中會封存數噸的碳，而水中的微小生物也可以是重量級的碳封存角色。在一項研究中，研究人員估計，海洋每年從大氣中去除的二氧化碳，有多達10%可能是被一種深海底棲細菌所吸收，這種細菌也可能是其他深海生物的食物來源，顯示出深海中的食物鏈比我們認為的要複雜許多。²⁰⁸此研究的研究人員擔心，在CCZ進行深海採礦活動可能會嚴重擾亂這個脆弱的環境，對海洋減緩氣候變遷的關鍵作用造成破壞性後果。²⁰⁹

諷刺的是，深海採礦之所以成為一個不斷發展的產業，也是因氣候變遷所致。為了減少溫室氣體排放，政府和企業開始積極投資再生能源技術，如風力發電機、太陽能板、電池和電動車，而這些技術正需要仰賴礦工開採的鋰、鈷和鎳等材料。一些研究人員預測，到2050年，人類對稀有礦物的需求可能會增加到現在的20倍才能滿足電動汽車的發展需求。²¹⁰

深海採礦的環境威脅

為了從深海中提取礦物資源，企業正計畫刮取、挖鑿和切割出稀有的礦物，並將它們向上泵送至特殊加工船。長長的管線將充滿礦物的泥漿輸送至海面，水和沉積物被過濾後再排回海洋。這些活動都會對以往未受干擾的深海生態系造成超載的壓力。

深海中的生命迭代異常緩慢。對CCZ海床的研究估計，沉積物以每千年0.3-15公釐的速度積累。²¹¹而生物體已經進化以適應這種緩慢的步調，導致深海生態系對大規模的環境干擾或變化非常敏感。²¹²由於增長速度非常緩慢，受深海採礦干擾的地區難以在相對合理的時間範圍內恢復。1989年在CCZ進行的DISCOL實驗，是深海採礦技術少數大規模實驗之一，該實驗證明了一個令人不安的事實：2015年對受影響地區的後續探勘顯示，26年來該生態系仍未恢復其微生物的生物多樣性或碳循環。^{213,214}氣候變遷所造成的影響，如暖化、氧氣損耗和海洋酸化，也可能進一步削弱深海生態系從深海採礦影響中恢復的能力。²¹⁵最後，深海採礦可能會釋放目前儲存在深海沉積物中的大量有機碳，進而也可能影響海洋碳循環。²¹⁶

此外，研究顯示，在深海海底採礦可能也會對較靠近海面的生物產生重大影響。深海採礦的沉積物流和噪音污染，以及有毒金屬污染水層的可能性，可能對中水層的生物多樣性產生災難性的生態影響²¹⁷——而中水層生態系的魚類生物量是全球每年漁獲量的100倍，²¹⁸其連接深海和沿岸生態系，亦是海洋碳封存能力的關鍵。²¹⁹目前尚未有關於中水層生態系可能受深海採礦影響的生態指標性研究。²²⁰

深海採礦問題的癥結，在於我們缺乏健全、全面和可信的科學指標知識，以助我們瞭解深海生態系或深海採礦技術：沒有這些指標性研究，就不可能充分瞭解或減緩深海採礦的環境風險，並保護社區免受深海生態系退化所造成的社會經濟影響。目前並沒有可靠的指標性研究用以評估深海採礦產業的完整碳循環（包括碳排放）影響。²²¹

深海採礦和全球不正義現象的延續

雖然深海採礦開採的礦物似乎有利於人類對抗氣候變遷，但這種採礦業的影響連帶引發了環境不正義問題。加拿大的鸚鵡螺礦業公司，在巴布亞紐幾內亞專屬經濟海域營運的首個商業深海採礦計畫，便突顯了諸多不公不義。

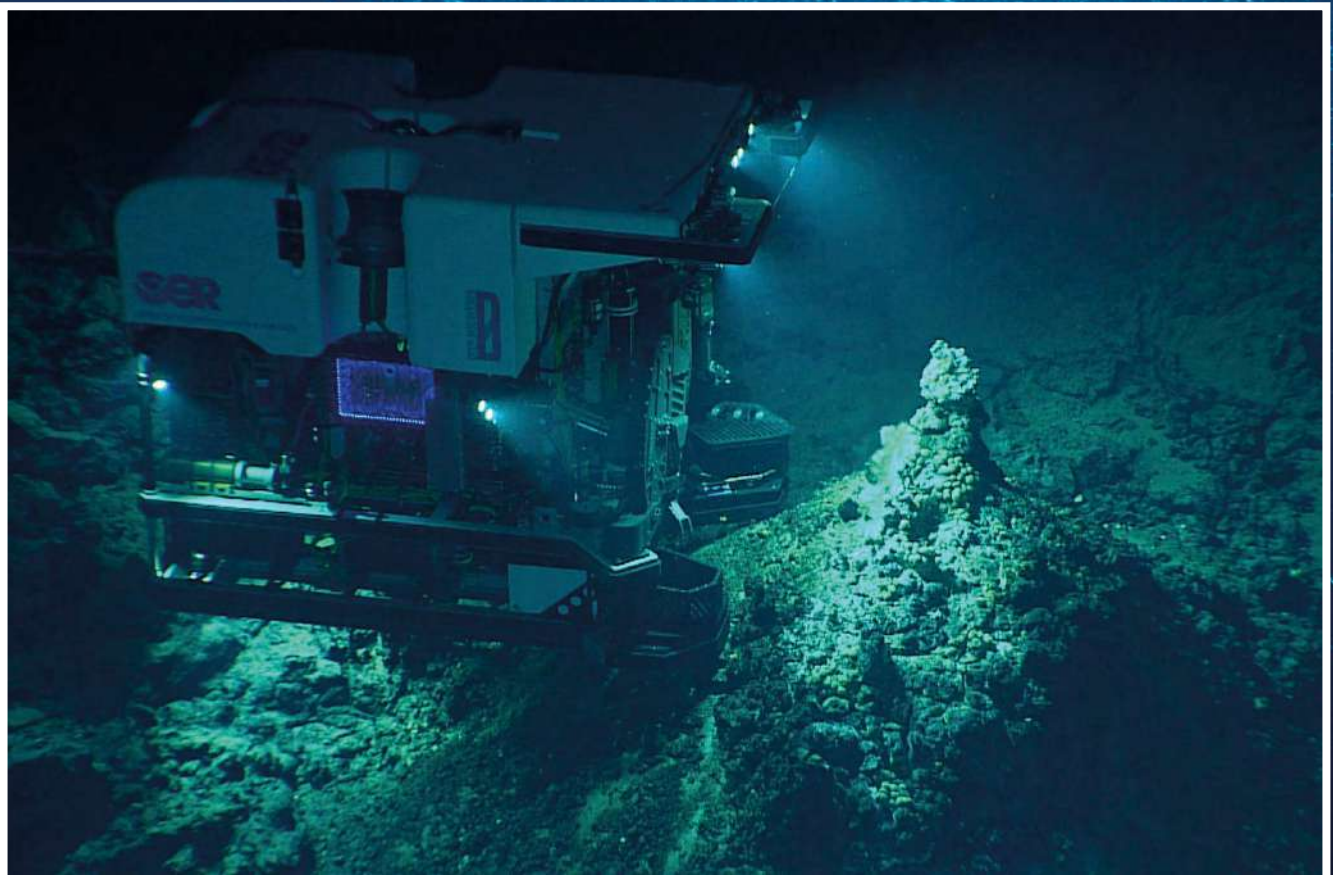
鸚鵡螺礦業的Solwara I計畫預定在距約克公爵群島30公里的地方進行，當地的社區與海洋和海底世界有著深厚的情感連結，其飲食和生計也依賴漁業。然而，當地漁業，以及其獨特的召喚鯊魚傳統，將受到計畫中的深海採礦活動，以及伴隨而來的環境干擾和噪音污染所破壞。²²²巴布亞紐幾內亞當地社區，與其他同樣位於太平洋上並受深海採礦影響的社區組成了Solwara 戰士聯盟，自2009年以來一直反對該採礦計畫進行，並於2017年進一步提起訴訟。Solwara I計畫最終面臨財務困難，似乎難以向前推進，但對於這些太平洋島嶼來說，這也只是暫時緩解深海採礦構成的威脅。²²³



Solwara 戰士聯盟和其他民間社會團體正在動員反對威脅當地沿海社區人權、生計和文化遺產的深海採礦計畫。
照片來源：CIVICUS

EJF 對於深海採礦的建議

我們迫切需要更多、更廣泛的深海科學知識，以了解深海生態系及其藍碳價值。在充分了解深海採礦對環境的影響，以及發展出能避免海洋生態系受到長期損害的全面風險減緩策略之前，所有採礦活動都應被禁止。因此，EJF支持太平洋島國政府所發起10年暫停期的要求。²²⁴然而，EJF提倡的是更廣泛的暫停，非以時間為限，而是與有效保護深海生態系的能力有關：在我們可以明確地防止深海環境危害之前，不允許在任何國家領海或公海從事商業深海採礦活動。EJF進一步呼籲國際資助獨立研究人員對深海生態系進行全面指標性研究。最後，為了在不危及環境和人權的情況下滿足稀有礦物的需求，政府必須優先考慮除了深海採礦之外，真正永續的解決方案。政府必須擴大投資於大型電子產品回收計畫的創新技術，和循環經濟型的設計和執行，以重複利用再生能源技術所需的礦物。



海底熱泉探勘。
照片來源：NOAA Office of Ocean Exploration and Research

立即行動

我們的海洋是我們對抗全球熱化的最大盟友之一，但我們快要來不及保護它了。我們需要國際社會採取大膽、有遠見的行動，以保護海洋和沿岸生態系及其蘊含的豐富生物多樣性，並保衛世界各地依賴健康海洋為生人們的人權。

EJF 呼籲台灣政府：

- 承諾支持30x30海洋保護計畫，到2030年之前，將至少30%的公海劃定為具有生態代表性的海洋保護區，並給予完全或高度保護。台灣必須進一步承諾保護30%的領海和沿岸水域，並承諾提供所需資源，以充分保護指定的海洋保護區。
- 將海洋碳匯納入國家溫室氣體排放清冊，在氣候變遷法案中納入海洋碳匯保護，並將藍碳和海洋氣候控制功能納入所有更新的國家自定貢獻承諾。
- 為海洋和沿岸生態系制定具有野心、具有法律約束力的自然復育目標，以展現台灣參與《生物多樣性公約》的決心，並透過技術和經濟，支持發展中國家實現這些目標。台灣必須將氣候崩毀視為生物多樣性政策的一項主要挑戰，包括即將公布的《2020年後全球生物多樣性框架》。
- 台灣應支持迅速制定強而有力、具法律約束力的《國家管轄範圍以外地區海洋生物多樣性》(BBNJ) 條約，同時在國內訂定旨在保護海洋生態系的法規如《海洋保育法》，並納入原住民和當地社區的積極治理。
- 為氣候融資機制提供支持和資金，這些機制認知到歷史上的大宗溫室氣體排放者有責任支持發展中國家，促成以當地社區為主導的藍碳復育、以自然為本的解決方案，和以生態系為主的調適。
- 所有氣候和海洋政策都必須基於最新的科學證據制定，且所有的海洋政策都須採用預防原則，尤其在可能缺乏有力科學證據的情況下更是如此。台灣應該支持在公海和領海水域內暫停深海採礦。
- 公開承諾在台灣漁船上實施電子監控系統 (EMS)，包含CCTV以及遙測等裝置，並承諾完全實施EJF的「全球漁業10項透明度原則」。
- 禁止在海洋保護區內進行底拖網捕撈等破壞性漁業活動，並逐步取消對環境有害的漁業補助。

資料來源

- ¹ Duarte, C.M. et al. (2013) The Role of Coastal Plant Communities for Climate Change Mitigation and Adaptation. *Nature Climate Change*, vol. 3, pp. 961-968.
- ² National Ocean Service, 'What is blue carbon?', accessed 17.02.2021, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/bluecarbon.html>
- ³ IUCN, 'Issues brief - Blue carbon', accessed 18.03.2021, <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/blue-carbon>
- ⁴ World Register of Marine Species (WoRMS), accessed 21.05.2021, <https://www.marinespecies.org/>
- ⁵ Mora, C. et al. (2011) How Many Species Are There on Earth and in the Ocean? *PLoS Biology*, vol. 9(8).
- ⁶ Duarte et al. (2013) op cit.
- ⁷ ibid.
- ⁸ Grantham Institute for Climate Change (2020) Reynard, N. et al. The contribution of coastal blue carbon ecosystems to climate change mitigation and adaptation. Published online at <https://www.imperial.ac.uk/grantham/publications/briefing-papers/the-contribution-of-coastal-blue-carbon-ecosystems-to-climate-change-mitigation-and-adaptation.php>
- ⁹ Simon, N., et al. (2009) Diversity and evolution of marine phytoplankton. *Comptes Rendus Biologies*, vol. 332(2-3), pp. 159-170.
- ¹⁰ Field, C.B., et al. (1998) Primary production of the biosphere: integrating terrestrial and oceanic components. *Science*, vol. 281, pp. 237-240.
- ¹¹ Roman, J. et al. (2014) Whales as Marine Ecosystem Engineers. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 12(2), pp. 377-385.
- ¹² GRID-Arendal, Blue Climate Solutions (2014) Lutz, S.J. & Martin, A.H. Fish Carbon: Exploring Marine Vertebrate Carbon Services. GRID-Arendal, Arendal, Norway, 36pp., <http://bluesolutions.org/dev/wp-content/uploads/2015/07/Fish-Carbon-2014.pdf>, p.19.
- ¹³ Convention on Biological Diversity, (2018), 'People depend on marine and coastal biodiversity for their livelihoods', accessed 15.03.2021, <https://www.cbd.int/article/food-2018-11-21-09-29-49>
- ¹⁴ Abarm, N. et al., IPCC, Special Report: Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate in IPCC (2019) Pörtner, H-O. et al. (Eds.), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, Cambridge University Press, Cambridge UK. <https://www.ipcc.ch/srocc/>
- ¹⁵ UNEP (2020) Emissions Gap Report 2020. UN Environment Programme, Nairobi, Kenya, 128 pp. <https://www.unep.org/emissions-gap-report-2020>
- ¹⁶ Halpern, B.S. (2015) Spatial and temporal changes in cumulative human impacts on the world's ocean. *Nature Communications*, vol. 6(7615).
- ¹⁷ ibid.
- ¹⁸ Convention on Biological Diversity, 'Aichi Target 11', accessed 15.3.2021, <https://www.cbd.int/aichi-targets/target/11>
- ¹⁹ Gill, D., Mascia, M., Ahmadi, G. et al. (2017) Capacity shortfalls hinder the performance of marine protected areas globally. *Nature*, vol. 543, pp. 665-669.
- ²⁰ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020), Global Biodiversity Outlook 5, Montreal, Canada, <https://www.cbd.int/gbo5>
- ²¹ Brodie Rudolph, T., Ruckelshaus, M., Swilling, M. et al. (2020) A transition to sustainable ocean governance. *Nature Communications*, vol. 11(3600).
- ²² European Court of Auditors (2020) Special Report 26/2020: Marine environment: EU protection is wide but not deep. ECA, Luxembourg, Luxembourg, 74pp., <https://www.eca.europa.eu/en/Pages/DocItem.aspx?did=57066>
- ²³ European Environment Agency (2019) Marine messages II, EEA Report No 17/2019, Copenhagen, Denmark, 82pp., <https://www.eea.europa.eu/publications/marine-messages-2>
- ²⁴ European Commission (2020) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. EU Biodiversity Strategy for 2030. Bringing nature back into our lives, COM/2020/380 final, Brussels, Belgium, 23pp., <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0380>
- ²⁵ Fenberg, P. B. et al. (2012) The science of European marine reserves: status, efficacy, and future needs. *Marine Policy*, vol. 36(5), pp. 1012-1021.
- ²⁶ European Court of Auditors (2020) op cit.
- ²⁷ Horta e Costa, B., Claudet, J., Franco, G., Erzini, K., Caro, A. & Gonçalves, E. (2016) A regulation-based classification system for marine protected areas (MPAs). *Marine Policy*, vol. 72, pp.192-198.
- ²⁸ Greenpeace (2019) O'Leary, B.C., Allen, H.L., Yates, K.L., Page, R.W., Tudhope, A.W., McClean, C. et al., 30x30: A blueprint for ocean protection—How we can protect 30% of our oceans by 2030, London, UK, 49 pp. https://www.greenpeaceoceanblueprint.org/pdfDocs/Greenpeace_30x30_Blueprint_Report_web.pdf
- ²⁹ Prip, C., Integrating climate change in the governance of areas beyond national jurisdiction, in UiT the Arctic University of Norway (2020) Johansen, E., Busch, S. & Jakobsen, I.U., (Eds.), *The Law of the Sea and Climate Change: Solutions and Constraints*, Cambridge University Press, Cambridge UK, pp.336-353.
- ³⁰ EJJ (2018) Out of the Shadows: Improving transparency in global fisheries to stop illegal, unreported and unregulated fishing. Environmental Justice Foundation, London, UK, 32 pp. <https://ejfoundation.org/resources/downloads/Transparency-report-final.pdf>
- ³¹ IUCN, 2016, 'Increasing marine protected area coverage for effective marine biodiversity conservation', accessed 18.3.2021, <https://portals.iucn.org/library/node/46467>
- ³² According to UNEP-WCMC, the calculated protected areas coverage relates to protected areas that meet the IUCN and CBD definitions of protected areas. Proposed protected areas are excluded as well as sites submitted as points with no reported area.
- ³³ Protected planet, 'Marine Protected Areas', accessed 26.5.2021, <https://www.protectedplanet.net/en/thematic-areas/marine-protected-areas>
- ³⁴ ibid.
- ³⁵ Gill, D., Mascia, M., Ahmadi, G. et al. (2017) op cit.
- ³⁶ IUCN World Commission on Protected Areas (IUCN-WCPA) (2008) Laffoley, D. et al. Establishing Marine Protected Area Networks—Making It Happen. IUCN, Washington, D.C., USA, 118 pp. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2008-046.pdf>
- ³⁷ Virdin, J. et al. (2021) The Ocean 100: Transnational corporations in the ocean economy. *Science Advances*, vol. 7(3).
- ³⁸ FAO (2020) The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action. Food and Agriculture Organisation, Rome, Italy, 206pp. <http://www.fao.org/3/ca9229en/ca9229en.pdf>
- ³⁹ Béné, C., Hersoug, B., & Allison, E.H. (2010) Not by rent alone: Analysing the pro-poor functions of small-scale fisheries in developing countries. *Development Policy Review*, vol. 28, pp.325-358.
- ⁴⁰ Transnational Institute, Afrika Kontakt, Indonesia Traditional Fisherfolks Union (2016) Barbesgarrd, M.C. Blue Carbon: Ocean Grabbing in Disguise? TNI, Amsterdam, Netherlands, 11 pp. https://www.tni.org/files/publication-downloads/final_tni_issue_brief_blue_carbon-1.pdf
- ⁴¹ ICCA Consortium, Govan, H. & Arju, M., 18.12.2020, "30 by 30' is a distraction, keep the focus on Indigenous and locally-led holistic ocean stewardship", accessed 18.3.2021, <https://www.iccaconsortium.org/index.php/2020/12/18/30-by-30-distraction-indigenous-holistic-ocean/>
- ⁴² Global Alliance of Territorial Communities, 'Joint declaration of the indigenous peoples of the world to the CBD', accessed 18.3.2021, <https://int.nyt.com/data/documenttools/joint-declaration-of-the-indigenous-peoples-of-the-world-to-the-cbd-34/20b4fa27750039d7/full.pdf>
- ⁴³ Macreadie, P.I., Anton, A., Raven, J.A., Beaumont, N., Connolly,

- R.M., Friess, D.A., Kelleway, J.J., Kennedy, H., Kuwae, T., Lavery, P.S. & Lovelock, C.E. (2019) The future of Blue Carbon science. *Nature Communications*, vol. 10(1), pp.1-13.
- ⁴⁴ Calculated from data in: Food and Agriculture Organization of the United Nations (2020) Global Forest Resources Assessment 2020. FAO, Rome, Italy, 186pp. <http://www.fao.org/documents/card/en/c/ca9825en>
- ⁴⁵ Duke, N. & Schmitt, K., Mangroves: Unusual Forests at the Seas Edge, in Köhl, M. & Pancel, L. (Eds.) (2015) *Tropical Forestry Handbook*, Springer, Berlin, Germany, pp. 1-24.
- ⁴⁶ Barbier, E.B. (2000) Valuing the environment as input: review of applications to mangrove-fishery linkages. *Ecological Economics*, vol. 35(1), pp. 47-61
- ⁴⁷ Naylor, R., & Drew, M. (1998) Valuing mangrove resources in Kosrae, Micronesia. *Environment and Development Economics*, vol. 3(4), pp. 471-490.
- ⁴⁸ The Nature Conservancy and Wetlands International (2014) Hutchison, J; Spalding, M, and zu Ermgassen, P. The Role of Mangroves in Fisheries Enhancement. The Nature Conservancy and Wetlands International, 54pp. <https://www.conservationgateway.org/ConservationPractices/Marine/crr/library/Documents/The%20Role%20of%20Mangroves%20in%20Fisheries%20Enhancement.pdf>
- ⁴⁹ UNEP (2014) van Bochove, J., Sullivan, E., Nakamura, T. (Eds), The importance of mangroves to people: a call to action, United Nations Environment Programme World Conservation Monitoring Centre, Cambridge, UK, 128pp., <https://www.unep-wcmc.org/resources-and-data/the-importance-of-mangroves-to-people--a-call-to-action>
- ⁵⁰ Alongi, D.M. (2002) Present state and future of the world's mangrove forests. *Environmental Conservation*, vol. 29(3), pp.331-349.
- ⁵¹ The World, 29.11.2013, 'Saved by the Mangroves? A Philippine town dodges Haiyan's storm surge', accessed 18.3.2021, <https://www.pri.org/stories/2013-11-29/saved-mangroves-philippine-town-dodges-haiyans-storm-surge>
- ⁵² World Bank (2017) Losada, I.J. et al. Valuation of the Coastal Protection Services of Mangroves in the Philippines. Washington, DC., USA, 6 pp. <http://hdl.handle.net/10986/27657>
- ⁵³ Anneboina, L.R. & Kavi Kumar, K.S. (2017) Economic analysis of mangrove and marine fishery linkages in India. *Ecosystem Services*, vol. 24, pp. 114-123.
- ⁵⁴ Donato, D. et al. (2011) Mangroves among the most carbon-rich forests in the tropics. *Nature Geoscience*, vol. 4(5), pp. 293-297.
- ⁵⁵ Jennerjahn, T. & Ittekkot, V. (2002). Relevance of mangroves for the production and deposition of organic matter along tropical continental margins. *Die Naturwissenschaften*, vol. 89, pp.23-30.
- ⁵⁶ Ouyang, X. & Lee, S.Y. (2020) Improved estimates of global carbon stock and carbon pools in tidal wetlands. *Nature Communications*, vol. 11(1), pp.1-7.
- ⁵⁷ Alongi, D.M. (2014) Carbon sequestration in mangrove forests. *Carbon Management*, vol. 3(3), pp.313-322.
- ⁵⁸ Donato et al. (2011) op cit.
- ⁵⁹ Aberystwyth University and soloEO, 'Global Mangrove Watch dataset', accessed 21.05.2021, www.globalmangrovetwatch.org/
- ⁶⁰ Friess, D. et al. (2019) The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and Future. *Annual Review of the Environment and Resources*, vol. 44, pp. 89-115.
- ⁶¹ Brian-Brown, D. et al. (2020) Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific Reports*, vol. 10.
- ⁶² IUCN, 28.9.2017, 'Mangroves for our future', accessed 10.9.2020, <https://www.iucn.org/news/oceania/201709/mangroves-our-future>
- ⁶³ Goldberg, L., Lagomasino, D., Thomas, N. & Fatoyinbo, T. (2020) Global declines in human-driven mangrove loss. *Global Change Biology*, vol. 26(10).
- ⁶⁴ Richards, D.R. & Friess, D.A. (2016) Rates and drivers of mangrove deforestation in Southeast Asia, 2000-2012. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113(2), pp. 344-349.
- ⁶⁵ Suratman, M.H., Carbon sequestration potential of mangroves in southeast Asia, in Bravo, F., LeMay, V., Jandl, R., & von Gadow, K., Eds. (2008) *Managing forest ecosystems: The challenge of climate change*. Springer Netherlands, Amsterdam, Netherlands, pp. 297-315.
- ⁶⁶ The Fish Site, 5.2.2007, '250,000 hectares of abandoned shrimp ponds worldwide', accessed 10.09.2020, <https://thefishsite.com/articles/250000-hectares-of-abandoned-shrimp-ponds-worldwide>
- ⁶⁷ Kauffman, J.B., Heider, C., Norfolk, J. & Payton, F. (2014) Carbon stocks of intact mangroves and carbon emissions arising from their conversion in the Dominican Republic. *Ecological Applications*, vol. 24(3), pp. 518-527.
- ⁶⁸ Sasmito, S.D., Taillardat, P., Clendenning, J.N., Cameron, C., Friess, D.A., Murdiyarso, D. & Hutley, L.B. (2019) Effect of land-use and land-cover change on mangrove blue carbon: A systematic review. *Global Change Biology*, vol. 25(12), pp. 4291-4302.
- ⁶⁹ Short, F.T., Short, C.A. & Novak, A. Seagrasses, in Finlayson, C.M., Milton, G.R., Prentice, R.C. & Davidson, N.C., Eds., (2019) *The Wetland Book: II: Distribution, Description and Conservation*. Springer Science, Amsterdam, Netherlands.
- ⁷⁰ Emma L. Jackson, Siân E. Rees, Catherine Wilding, Martin J. Attrill (2015) Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service. *Conservation Biology*, vol. 29(3), p.899-909
- ⁷¹ Jackson, E.L., Rees, S.E., Wilding, C., & Attrill, M.J. (2015) Use of a seagrass residency index to apportion commercial fishery landing values and recreation fisheries expenditure to seagrass habitat service. *Conservation Biology*, vol. 29, pp.899-909.
- ⁷² Christianen, M.J.A., et al. (2013) Low-canopy seagrass beds still provide important coastal protection services. *PLoS ONE*, vol. 8, pp.1-8.
- ⁷³ Richard, K. F. U., Catherine, J. C., Gideon, M. H. & Len, J. M. (2012) Tropical seagrass meadows modify seawater carbon chemistry: implications for coral reefs impacted by ocean acidification. *Environmental Research Letters*, vol. 7.
- ⁷⁴ Global Coral Reef Monitoring Network and Reef and Rainforest Research Centre (2008) Wilkinson, C., Status of coral reefs of the world: 2008. Townsville, Australia, 296 pp., https://www.icriforum.org/wp-content/uploads/2019/12/GCRMN_Status_Coral_Reefs_2008.pdf
- ⁷⁵ Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (2020) Von Unger, M. Herr, D. Seneviratne, T., & Castillo, G., Blue Nbs in NDCs: A booklet for successful implementation. GIZ, Bonn, Germany, 56pp., https://gridarendal-website-live.s3.amazonaws.com/production/documents/s_document/610/original/Nbs_in_NDCs_A_Booklet_for_Successful_Implementation.pdf
- ⁷⁶ Hoegh-Guldberg, O. et al. (2007) Coral Reefs Under Rapid Climate Change and Ocean Acidification. *Science*, vol. 318(5857), pp. 1737-1742.
- ⁷⁷ Fourqurean, J.W., et al. (2012). Seagrass ecosystems as a globally significant carbon stock. *Nature Geoscience*, vol. 5, pp. 505-512.
- ⁷⁸ *ibid.*
- ⁷⁹ *ibid.*
- ⁸⁰ *ibid.*
- ⁸¹ Grech, A., et al. (2012) A comparison of threats, vulnerabilities and management approaches in global seagrass bioregions. *Environmental Research Letters*, vol. 7(2).
- ⁸² Althaus, F., et al. (2009) Impacts of bottom trawling on deep-coral ecosystems of seamounts are long-lasting. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 397, pp. 279-294.
- ⁸³ NOAA, 'What is a kelp forest', accessed 3.6.2021, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/kelp.html>
- ⁸⁴ Jayathilake, D.R.M. & Costello, M.J. (2020) A modelled global distribution of the kelp biome. *Biological Conservation*, vol. 252.
- ⁸⁵ National Marine Sanctuaries, 'Kelp Forests - a Description', accessed 1.4.2021, <https://sanctuaries.noaa.gov/visit/ecosystems/kelpdesc.html>

- ⁸⁶ Krause-Jensen, D. & Duarte, C.M. (2016) Substantial role of macroalgae in marine carbon sequestration. *Nature Geoscience*, vol. 9, pp. 737-742.
- ⁸⁷ Filbee-Dexter, K. & Wernberg, T. (2020) Substantial blue carbon in overlooked Australian kelp forests. *Scientific Reports*, vol. 10.
- ⁸⁸ Duarte et al. (2017) Can Seaweed Farming Play a Role in Climate Change Mitigation and Adaptation? *Frontiers in Marine Science*, vol. 4.
- ⁸⁹ Sheppard, C. Status and Trends for the World's Kelp Forests, in Wernberg, T., Krumhansl, K., Filbee-Dexter, K. & Pedersen, M.F., (Eds.) (2019) *World Seas: An Environmental Evaluation, Volume III: Ecological Issues and Environmental Impacts*, Academic Press, UK, pp.57-58.
- ⁹⁰ Krumhansl et al. (2016) Global patterns of kelp forest change. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 113(48), pp. 13785-13790.
- ⁹¹ Qiu, Z. et al. (2019) Future climate change is predicted to affect the microbiome and condition of habitat-forming kelp. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, vol. 286(1896).
- ⁹² Teixeira A., Duarte B., & Caçador I., Salt Marshes and Biodiversity, in Khan M.A., Böer B., Öztürk M., Al Abdessalaam T.Z., Clüsener-Godt M., Gul B. (Eds) (2014) *Sabkha Ecosystems. Tasks for Vegetation Science*, vol 47. Springer, Dordrecht.
- ⁹³ Heckbert et al. (2011) Climate Regulation as a Service from Estuarine and Coastal Ecosystems. *Treatise on Estuarine and Coastal Science*, vol. 12, pp. 199-216.
- ⁹⁴ Sousa, A., Lillebø, A. I., Pardal, M. & Caçador, I. (2010) Productivity and nutrient cycling in salt marshes: contribution to ecosystem health. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, vol. 87, pp. 640-646.
- ⁹⁵ Shepard, C. C., Crain, C. M. & Beck, M. W. (2011) The Protective Role of Coastal Marshes: A Systematic Review and Meta-analysis. *PLoS One*, vol. 6(11).
- ⁹⁶ Sousa et al. (2017) op cit.
- ⁹⁷ Davidson, N. (2014) How much wetland has the world lost? Long-term and recent trends in global wetland area. *Marine and Freshwater Research*, vol. 65(10), pp. 934-941.
- ⁹⁸ IPCC (2007) Bernstein, L. et al. *Climate Change 2007: Synthesis Report*, 112 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ar4_syr_full_report.pdf
- ⁹⁹ FAO (2020) op cit.
- ¹⁰⁰ Lewis, S.L. et al. (2009) Increasing Carbon Storage in Intact African Tropical Forests. *Nature*, vol. 457, pp. 1003-1006.
- ¹⁰¹ FAO (2020) op cit.
- ¹⁰² *ibid.*
- ¹⁰³ Alongi (2014) op cit.
- ¹⁰⁴ Friess, D.A. et al. (2019) The State of the World's Mangrove Forests: Past, Present, and Future. *Annual Review of Environment and Resources*, vol. 44, pp. 1-27.
- ¹⁰⁵ McKenzie, L.J. et al. (2020) The global distribution of seagrass meadows. *Environmental Research Letters*, vol.15.
- ¹⁰⁶ Alongi (2014) op cit.
- ¹⁰⁷ Waycott, M. et al. (2009) Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 106(30), pp. 12377-12381.
- ¹⁰⁸ Mcowen, C. et al. (2017) A global map of saltmarshes. *Biodiversity Data Journal*, vol. 5.
- ¹⁰⁹ Alongi (2014) op cit.
- ¹¹⁰ Duarte, C.M., Dennison, W.C., Orth, R.J.W., & Carruthers, T.J.B. (2008) The Charisma of Coastal Ecosystems: Addressing the Imbalance. *Estuaries and Coasts*, vol. 31, pp. 233-238.
- ¹¹¹ Jayathilake & Costello (2020) op cit.
- ¹¹² Froehlich et al. (2019) Blue Growth Potential to Mitigate Climate Change through Seaweed Offsetting. *Current Biology*, vol. 29(13), pp. 3087-3093.
- ¹¹³ Sheppard et al. (2019) op cit.
- ¹¹⁴ Ramsar, 'Ramsar Sites Information Service', accessed 21.4.2021, <https://rsis.ramsar.org/>
- ¹¹⁵ Herr, D., Von Unger, M., Laffoley, D. & McGivern, A. (2017). Pathways for implementation of blue carbon initiatives. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, vol. 27, pp. 116-129.
- ¹¹⁶ United Nations Environment Programme (2020) Maria Potouroglou et al. *Out of the blue: The value of seagrasses to the environment and to people*. UNEP, Nairobi, 95pp., <https://www.unep.org/resources/report/out-blue-value-seagrasses-environment-and-people>
- ¹¹⁷ Martin, A., Landis, E., Bryson, C., Lynaugh, S., Mongeau, A., & Lutz, S., *Blue Carbon - Nationally Determined Contributions Inventory in GRID-Arendal* (2016) Herr, D. & Landis, E. (Eds.) *Coastal blue carbon ecosystems: Opportunities for Nationally Determined Contributions*. GRID-Arendal, Norway, 23pp. <http://bluesolutions.org/dev/wp-content/uploads/Blue-Carbon-NDC-Appendix.pdf>
- ¹¹⁸ CBD, 'Aichi biodiversity targets', accessed 19.3.2021, <https://www.cbd.int/sp/targets/>
- ¹¹⁹ *ibid.*
- ¹²⁰ Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020) *Global Biodiversity Outlook 5*. CBD, Montreal, Canada, 211 pp. <https://www.cbd.int/gbo/gbo5/publication/gbo-5-en.pdf>
- ¹²¹ Ocean Conservation Administration, 'Introduction to Taiwan's marine protected areas', accessed 24.3.2021, <https://www.oca.gov.tw/en/home.jsp?id=100&parentpath=0,5,99>
- ¹²² *ibid*
- ¹²³ 推動臺灣參與氣候變化綱要公約, '2020我國國家溫室氣體排放清冊報告', accessed 25.3.2021, https://unfccc.saveoursky.org.tw/nir/tw_nir_2020.php
- ¹²⁴ Wylie, L., Sutton-Grier, A.E. & Moore, A. (2016) Keys to successful blue carbon projects: Lessons learned from global case studies. *Marine Policy*, vol. 65, pp. 76-84.
- ¹²⁵ Pershing, A.J., Christensen, L.B., Record, N.R., Sherwood, G.D. & Stetson, P.B. (2010) The Impact of Whaling on the Ocean Carbon Cycle: Why Bigger Was Better. *PLoS One*, vol. 5(10), pp. 1-9.
- ¹²⁶ Chami, R. et al. (2019) Nature's Solution to Climate Change. *Finance & Development*, vol. 56(4), pp. 34-38.
- ¹²⁷ Mariani, G. et al. (2020) Let more big fish sink: Fisheries prevent blue carbon sequestration - half in unprofitable areas. *Science Advances*, vol. 6(44).
- ¹²⁸ Schmitz, O. et al. (2014) Animating the Carbon Cycle. *Ecosystems*, vol. 17, pp. 344-359.
- ¹²⁹ Basu, S. & Mackey, K.R.M. (2018) Phytoplankton as Key Mediators of the Biological Carbon Pump: Their Responses to a Changing Climate. *Sustainability*, vol. 10(3).
- ¹³⁰ Buesseler, K.O. et al. (2020) Metrics that matter for assessing the ocean biological carbon pump. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 117(18), pp. 9679-9687.
- ¹³¹ Simon, N. et al. (2009) op cit.
- ¹³² Field, C.B. et al. (1998) op cit.
- ¹³³ Basu & Mackey (2018) op. cit.
- ¹³⁴ National Ocean Service, 'How much oxygen comes from the ocean? At least half of Earth's oxygen comes from the ocean.', accessed 10.05.2021, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/ocean-oxygen.html>; Walker, J.C.G. (1980) *The oxygen cycle in the natural environment and the biogeochemical cycles*. Berlin, Germany, Springer-Verlag, The Handbook of Environmental Chemistry book series.; Behrenfeld, M.J. et al. (2001) Biospheric Primary Production During an ENSO Transition. *Science*, vol. 291(5513), pp. 2594-2597.
- ¹³⁵ Roman, J. & McCarthy, J.J. (2010) The whale pump: Marine mammals enhance primary in a coastal basin. *PLoS ONE* vol. 5(10).
- ¹³⁶ Chami et al. (2019) op cit.
- ¹³⁷ *Ibid.*
- ¹³⁸ Lavery, T., Roudnew, B., Gill, P., Seymour, J., Seuront, L., Johnson, G., Mitchell, J. & Smetacek, V. (2010) Iron Defecation by Sperm Whales Stimulates Carbon Export in the Southern Ocean. *Proceedings of the Royal Academy*, vol. 127, pp. 3527-3531.
- ¹³⁹ Schmitz et al. (2014) op cit.
- ¹⁴⁰ Roman & McCarthy (2010) op cit.
- ¹⁴¹ GRID-Arendal, *Blue Climate Solutions* (2014) Lutz, S.J., Martin, A.H., *Fish Carbon: Exploring Marine Vertebrate Carbon Services*,

- GRID-Arendal, Arendal, Norway, 36 pp., <http://bluesolutions.org/dev/wp-content/uploads/2015/07/Fish-Carbon-2014.pdf>
- ¹⁴² Lavery, T.J. et al. (2014) Whales sustain fisheries: Blue whales stimulate primary production in the Southern Ocean. *Marine Mammal Science*, vol. 30, pp. 888-904.
- ¹⁴³ Roman, J. et al. (2014) Whales as Marine Ecosystem Engineers. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 12 (2), pp. 377-385.
- ¹⁴⁴ Chami et al. (2019) op cit.; Using data from Pershing, A., Christensen, L., Record, N., Sherwood, G. & Stetson, P. (2010) The Impact of Whaling on the Ocean Carbon Cycle: Why Bigger Was Better. *PLoS One*, vol. 5(10), pp. 1-9.
- ¹⁴⁵ Smith, C.R. & Baco, A.R. (2003) Ecology of whale falls at the deep-sea floor. *Oceanography and Marine Biology: an Annual Review*, vol. 41, pp. 311-354.
- ¹⁴⁶ Smith, C., Roman, J. & Nation, J.B. (2019) A Metapopulation Model for Whale-Fall Specialists: The Largest Whales Are Essential to Prevent Species Extinctions - The Sea. *Journal of Marine Research*, vol. 77(2), pp. 283-302.
- ¹⁴⁷ Pershing, Christensen, Record, Sherwood & Stetson (2010) op cit.
- ¹⁴⁸ Lavery, T.J. et al. (2014) Whales sustain fisheries: Blue whales stimulate primary production in the Southern Ocean. *Marine Mammal Science*, vol. 30, pp. 888-904.
- ¹⁴⁹ Roman & McCarthy (2010) op cit.
- ¹⁵⁰ Roman et al. (2014) op cit.
- ¹⁵¹ Pershing, Christensen, Record, Sherwood & Stetson (2010) op cit.
- ¹⁵² Spiers, E.K.A. (2016) Potential role of predators on carbon dynamics of marine ecosystems as assessed by a Bayesian belief network. *Ecological Informatics*, vol. 36, pp. 77-83.
- ¹⁵³ Atwood, T.B. et al. (2015) Predators help protect carbon stocks in blue carbon ecosystems, *Nature Climate Change*, vol. 5, pp. 1038-1045.
- ¹⁵⁴ Estes, J.A. et al. (2011) Trophic Downgrading of Planet Earth. *Science*, vol. 333(6040), pp. 301-306.
- ¹⁵⁵ *ibid.*
- ¹⁵⁶ *ibid.*
- ¹⁵⁷ Pacoureaux, N. et al. (2021) Half a century of global decline in oceanic sharks and rays. *Nature*, vol. 589, pp. 567-571.
- ¹⁵⁸ GRID-Arendal, Blue Climate Solutions (2014) Lutz & Martin. op cit.
- ¹⁵⁹ Mariani et al. (2020) op cit.
- ¹⁶⁰ Mariani et al. (2020) op cit.
- ¹⁶¹ Sala, E. et al. (2018) The economics of fishing the high seas. *Science Advances*, vol. 4(6).
- ¹⁶² Roman et al. (2014) op cit.
- ¹⁶³ Pershing, Christensen, Record, Sherwood & Stetson (2010) op cit.
- ¹⁶⁴ IUCN - SSC Cetacean Specialist Group, 'Status of the World's Cetaceans', accessed 15.03.2021, <https://iucn-csg.org/status-of-the-worlds-cetaceans/>
- ¹⁶⁵ Tulloch, V. et al. (2020) Long-term trends and a risk analysis of cetacean entanglements and bycatch in fisheries gear in Australian waters. *Biodiversity and Conservation*, vol. 29, pp. 251-282.; Read, A.J., Drinker, P.B., & Northridge, S.P. (2006) Bycatches of marine mammals in U.S. fisheries and a first estimate of global marine mammal by-catch. *Conservation Biology*, vol. 20, pp. 163-169.
- ¹⁶⁶ EJF (2020) Cetacean slaughter, shark finning and human rights abuse in Taiwan's fishing fleet, London, UK, 13pp., <https://ejfoundation.org/resources/downloads/EJF-Taiwan-dolphin-briefing-2020.pdf>
- ¹⁶⁷ EJF (2020) Illegal fishing and human rights abuses in the Korean fishing fleet, London, UK, 9pp., <https://ejfoundation.org/reports/illegal-fishing-and-human-rights-abuses-in-the-korean-fishing-fleet>
- ¹⁶⁸ UNEP, 17.12.2018, 'How to banish the ghosts of dead fishing gear from our seas', accessed 19.3.2021, <https://www.unep.org/news-and-stories/story/how-banish-ghosts-dead-fishing-gear-our-seas>
- ¹⁶⁹ World Animal Protection, 23.4.2014, 'Sea Change in the Ocean', accessed 8.3.2021, <https://www.worldanimalprotection.org/news/sea-change-ocean>
- ¹⁷⁰ Pirotta, V., Grech, A., Jonsen, D.I., Laurance, F.W. & Harcourt, G.R. (2019) Consequences of global shipping traffic for marine giants. *Frontiers in Ecology and the Environment*, vol. 17(1), pp. 39-47.
- ¹⁷¹ IPCC (2019) Pörtner, H.-O. et al. (Eds.), IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate. IPCC, Cambridge, UK, 765 pp. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/3/2019/12/SROCC_FullReport_FINAL.pdf
- ¹⁷² Klein, E.S. (2018) Impacts of rising sea temperature on krill increase risks for predators in the Scotia Sea. *PLoS ONE*, vol. 13(1).
- ¹⁷³ The Guardian, Taylor, M., 14.2.2018, 'Decline in krill threatens Antarctic wildlife, from whales to penguins', accessed 1.3.2021, <https://www.theguardian.com/environment/2018/feb/14/decline-in-krill-threatens-antarctic-wildlife-from-whales-to-penguins>
- ¹⁷⁴ WWF, 1.6.2005, 'The History of Whaling and the International Whaling Commission (IWC)', accessed 15.3.2021, <https://wwf.panda.org/?13796/The-History-of-Whaling-and-the-International-Whaling-Commission-IWC>
- ¹⁷⁵ IWC (2016) Resolution on Cetaceans and Their Contribution to Ecosystem Functioning, 24 pp. <https://archive.iwc.int/pages/download.php?ref=6360&size=&ext=pdf&k=&alternative=-1&usage=-1&usagecomment=>
- ¹⁷⁶ Pavone, I. (2019) Is Banning Enough? The Intricacy Inherent to Marine Mammal Conservation. *German Law Journal*, vol. 20(5), pp. 587-61.
- ¹⁷⁷ EJF (2020) Cetacean slaughter, shark finning and human rights abuse in Taiwan's fishing fleet, London, UK, 13pp., <https://ejfoundation.org/resources/downloads/EJF-Taiwan-dolphin-briefing-2020.pdf>
- ¹⁷⁸ Rabearisoa, N. et al. (2018) Toothed whale and shark depredation indicators: Study from the Reunion Island and Seychelles pelagic longline fisheries. *PLoS ONE*, vol. 13(8).
- ¹⁷⁹ Anderson, R.C. (2014) Cetaceans and Tuna Fisheries in the Western and Central Indian Ocean, IPNLF Technical Report 2, International Pole and Line Foundation, London, 133 pp., <http://www.fao.org/3/a-bg252e.pdf>.
- ¹⁸⁰ WCPFC (2014) Clarke, S. et al. Bycatch in longline fisheries for tuna and tuna-like species: A global review of status and mitigation measures. Majuro, Republic of the Marshall Islands, 236pp., <https://www.wcpfc.int/node/18990>
- ¹⁸¹ Law & Regulations Database of The Republic of China, 'Wildlife Conservation Act', accessed 24.3.2021, <https://law.moj.gov.tw/ENG/LawClass/LawAll.aspx?pcode=M0120001>
- ¹⁸² *ibid*
- ¹⁸³ EJF (2020) Cetacean slaughter, shark finning and human rights abuse in Taiwan's fishing fleet, London, UK, 13pp., <https://ejfoundation.org/resources/downloads/EJF-Taiwan-dolphin-briefing-2020.pdf>
- ¹⁸⁴ Sebe, M, Christos A. K. & Linwood P. (2019) A decision-making framework to reduce the risk of collisions between ships and whales. *Marine Policy*, vol. 109.
- ¹⁸⁵ IWC, 'Ship Strikes: collisions between whales and vessels', accessed 5.3.2021, <https://iwc.int/ship-strikes>
- ¹⁸⁶ Calambokidis, J. et al. (2019) Differential Vulnerability to Ship Strikes Between Day and Night for Blue, Fin, and Humpback Whales Based on Dive and Movement Data From Medium Duration Archival Tags. *Frontiers in Marine Science*, vol. 6(543).
- ¹⁸⁷ Sousa, A. et al. (2019) How vulnerable are cetaceans to climate change? Developing and testing a new index. *Ecological Indicators*, vol. 98, pp. 9-18.
- ¹⁸⁸ UNEP (2021) Making peace with nature: A scientific blueprint to tackle the climate, biodiversity and pollution emergencies. UN Environment Programme, Nairobi, Kenya, 168 pp. <https://www.unep.org/resources/making-peace-nature>
- ¹⁸⁹ Jiao, N. (2018) Blue carbon on the rise: challenges and opportunities. *National Science Review*, vol. 5(4), pp. 464-468.

- ¹⁹⁰ Bellanger, M. (2020) Addressing Marine and Coastal Governance Conflicts at the Interface of Multiple Sectors and Jurisdictions. *Frontiers in Marine Science*, vol. 7.
- ¹⁹¹ Chami et al. (2019) op cit.
- ¹⁹² UNEP (2021) op cit.
- ¹⁹³ Smithsonian Institute, 'The Deep Sea', accessed 18.03.2021, <https://ocean.si.edu/ecosystems/deep-sea/deep-sea>
- ¹⁹⁴ IUCN, 'Issues brief - Deep sea mining', accessed 18.03.2021, <https://www.iucn.org/resources/issues-briefs/deep-sea-mining>
- ¹⁹⁵ Levin, L.A., Amon, D.J. & Lily, H. (2020) Challenges to the sustainability of deep-seabed mining. *Natural Sustainability*, vol.3, pp. 784–794.
- ¹⁹⁶ The Guardian, 30.06.2021, Lyons, K. 'Deep-sea mining could start in two years after Pacific nation of Nauru gives UN ultimatum', accessed 30.06.2021, <https://www.theguardian.com/world/2021/jun/30/deep-sea-mining-could-start-in-two-years-after-pacific-nation-of-nauru-gives-un-ultimatum>
- ¹⁹⁷ Convention on Biological Diversity (CBD), 21.11. 2018, 'People depend on marine and coastal biodiversity for their livelihoods', accessed 18.03.2021, www.cbd.int/article/food-2018-11-21-09-29-49
- ¹⁹⁸ National Ocean and Atmospheric Administration (NOAA), 26.02.2021, 'How much of the ocean have we explored?', accessed 18.03.2021, <https://oceanservice.noaa.gov/facts/exploration.html>
- ¹⁹⁹ United Nations Education, Scientific, and Cultural Organisation (UNESCO), 'United Nations Decade of Ocean Science for Sustainable Development (2021-2030)', accessed 18.03.2021, <https://en.unesco.org/ocean-decade>
- ²⁰⁰ UNESCO, 07.03.2018, 'Project to map ocean floor by 2030 now operational', accessed 18.03.2021, http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/project_to_map_ocean_floor_by_2030_now_operational/
- ²⁰¹ Pew Trusts, 15.12.2017, 'The Clarion-Clipperton Zone', accessed 18.03.2021, <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/fact-sheets/2017/12/the-clarion-clipperton-zone>
- ²⁰² Lab Worldwide, 13.12.2019, Stark, A., 'Researchers Examine Impact of Deep Sea Mining', <https://www.lab-worldwide.com/researchers-examine-impact-of-deep-sea-mining-a-891694/>
- ²⁰³ Nature, 24.07.2019, Heffernan, O., 'Seabed mining is coming — bringing mineral riches and fears of epic extinctions', <https://www.nature.com/articles/d41586-019-02242-y>
- ²⁰⁴ *ibid.*
- ²⁰⁵ Berner, R. A. (2003) The long-term carbon cycle, fossil fuels and atmospheric composition. *Nature*, vol. 426, pp. 323–326.
- ²⁰⁶ Arndt, S. et al. (2013) Quantifying the degradation of organic matter in marine sediments: A review and synthesis. *Earth Science Review*, vol. 123, pp. 53–86.
- ²⁰⁷ Hülse, D. et al. (2017) Understanding the causes and consequences of past marine carbon cycling variability through models. *Earth Science Review*, vol. 171, 349–382.
- ²⁰⁸ Sweetman, A. et al. (2018) Key role of bacteria in the short-term cycling of carbon at the abyssal seafloor in a low particulate organic carbon flux region of the eastern Pacific Ocean. *Limnology and Oceanography*, vol. 64(2), pp. 694–713.
- ²⁰⁹ Heriott Watt University, 20.11.2018, 'Deep sea mining zone hosts co2-consuming bacteria, scientists discover', accessed 18.03.2021, <https://www.hw.ac.uk/news/articles/2018/deep-sea-mining-zone-hosts-co2-consuming.htm>
- ²¹⁰ Xu, C., Dai, Q., Gaines, L. et al. (2020) Future material demand for automotive lithium-based batteries. *Communications Materials*, vol.1.
- ²¹¹ Jeong, K., Kang, J. & Chough, S. (1994) Sedimentary processes and manganese nodule formation in the Korea Deep Ocean Study (KODOS) area, western part of Clarion-Clipperton fracture zones, northeast equatorial Pacific. *Marine Geology*, vol. 122, pp. 125–150.
- ²¹² Ashford, O.S. et al. (2018) Phylogenetic and functional evidence suggests that deep-ocean ecosystems are highly sensitive to environmental change and direct human disturbance. *Proceedings of the Royal Society Biological Sciences*, vol. 285.
- ²¹³ Vonnahme, T.R. et al. (2020) Effects of a deep-sea mining experiment on seafloor microbial communities and functions after 26 years. *Science Advances*, vol. 6(18), pp.
- ²¹⁴ De Jonge, D. et al. (2020) Abyssal food-web model indicates faunal carbon flow recovery and impaired microbial loop 26 years after a sediment disturbance experiment. *Progress in Oceanography*, vol. 189.
- ²¹⁵ Christiansen, B., Denda, A., & Christiansen, S. (2020) Potential effects of deep seabed mining on pelagic and benthopelagic biota. *Marine Policy*, vol. 114.
- ²¹⁶ Orcutt, B. et al. (2020) Impacts of deep-sea mining on microbial ecosystem services. *Limnology and Oceanography*, vol. 65(7), pp. 1489–1510.
- ²¹⁷ Drazen, J.C., et al. (2020) Opinion: Midwater ecosystems must be considered when evaluating environmental risks of deep-sea mining. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, vol.117(30), pp.17455–17460.
- ²¹⁸ Irigoien, X., et al. (2014) Large mesopelagic fishes biomass and trophic efficiency in the open ocean. *Nature Communications*, vol. 5.
- ²¹⁹ Boyd, P.W., Claustre, H., Levy, M., Siegel, D.A., & Weber, T. (2019) Multi-faceted particle pumps drive carbon sequestration in the ocean. *Nature*, vol.568, pp. 327–335.
- ²²⁰ Drazen et al. (2020) op cit.
- ²²¹ Ocean Conservancy (2020) Considering the Deep Sea as a Source of Minerals and Rare Elements. Ocean Conservancy, Washington D.C USA, 6 pp. https://oceanconservancy.org/wp-content/uploads/2020/07/IssueBrief_DSM_FINAL.pdf
- ²²² The Conversation, 19.02.2019, Childs, J., 'Deep sea mining threatens indigenous culture in Papua New Guinea', accessed 18.03.2021, <https://theconversation.com/deep-sea-mining-threatens-indigenous-culture-in-papua-new-guinea-112012>
- ²²³ Radio New Zealand, 12.12.2018, 'Seabed mining project in PNG appears dead in the water', accessed 18.03.2021, <https://www.rnz.co.nz/international/pacific-news/378047/seabed-mining-project-in-png-appears-dead-in-the-water>
- ²²⁴ Doherty, op cit.



海洋健康不僅對於地球的自然環境重要，對於打造更公平的社會和經濟也是息息相關，而這點對沿岸社區尤其如此。目前，超過三十億人的生計依賴海洋和沿岸生物多樣性，其中大約 6.8 億人生活在低窪沿岸地區。

Environmental Justice Foundation (EJF)

Unit 417, Exmouth House, 3/11 Pine Street,
Farringdon, London, EC1R 0JH, UK
Tel: +44 (0) 207 239 3310 | Email: info@ejfoundation.org
www.ejfoundation.org | Registered charity, No. 1088128

