

用科技替珊瑚尋找庇護所： 專訪海生館企劃研究組 王立雪主任

文—王玠文—海生館出版中心

圖—王立雪博士—海生館企研組主任

相信許多人都知道珊瑚礁對海洋生態系的重要性，因其具有獨特的生物多樣性與旺盛的生命力，又被比喻為「海裡的熱帶雨林」。然而就如同亞馬遜熱帶雨林所遭遇到的浩劫，在全球自然災變之下，海底的熱帶雨林也無法倖免於難。受到全球暖化等人為災害影響，珊瑚的情況一年比一年糟糕，白化的範圍也漸漸變大，日益嚴重的白化現象也讓科學家們開始思索：海裡是否有珊瑚未來的容身之處？

以光線分佈作為基準，我們能將珊瑚礁分為淺水、中光層與深海。當說到珊瑚礁生態系時，大多是針對淺水的部分，大概是水下30米以淺；中光層大約是30-150米，光線穿透力大概10%到1%左右；而在無光區則算深海。

光線照度對珊瑚如此重要的原因在於光線可以提供共生藻能量，讓牠能夠行光合作用，並將產物提供宿主珊瑚使用，這也是維持珊瑚健康的關鍵。在淺水區裡，珊瑚礁的生態豐富，物種多樣性比較高，珊瑚以石珊瑚、軟

珊瑚為主。中光層因為光照及各方面條件不如淺水，所以物種豐富度比較低，以穗珊瑚、柳珊瑚為主，另外還有一些片狀或表附型的石珊瑚。在1996年就有美國科學家提出「深海珊瑚庇護所」假說，科學家認為由於珊瑚白化的現象與人為活動較相關，但深海比較不會受到人為活動及海水暖化的影響，所以或許能成為淺海珊瑚的庇護所。而因為中光層人為活動較少、水溫較不似海水表面容易波動，而且是淺水珊瑚的延續，自然就被珊瑚研究學者認為有較高的研究潛力。

珊瑚存在於世上五億年，但是中光層珊瑚卻是在近20年才開始有比較蓬勃的研究發展。「最主要的原因就是早期的技術並沒有這麼發達，」王立雪博士說，「像現在很常用ROV（水下遙控載具）下去採樣或做調查，早期可能只能靠底拖等方式，看看撈上來什麼東西就研究什麼，對於棲地環境並不能很了解，對於環境的破壞也比較大。」



潛水人員利用技術潛水於合界外水深38米處進行石珊瑚採樣

王立雪博士是海生館企研組的主任，於105年底開始投入中光層的珊瑚研究，「有了ROV之後就可以先讓機器下去做環境調查，雖然不一定能夠採樣，但可先做第一次的型態描述記錄，這也是一種方式。」

早期的海洋探勘主要靠潛水員，雖然一般休閒潛水只能潛

到30米以淺，但透過一些技術性潛水的開發，比如說將氦氣、氮氣、氧氣混合在一起，就能在水下較長時間，又能到比較深的深度(大約40米以下)，但若想要仔細探勘，仍需要在海裡待更長的時間。不過隨著科技的進步，也有越來越多能夠應用於海洋探索的器具被開發出來。目前用於水下探索的機具有三種，分別為

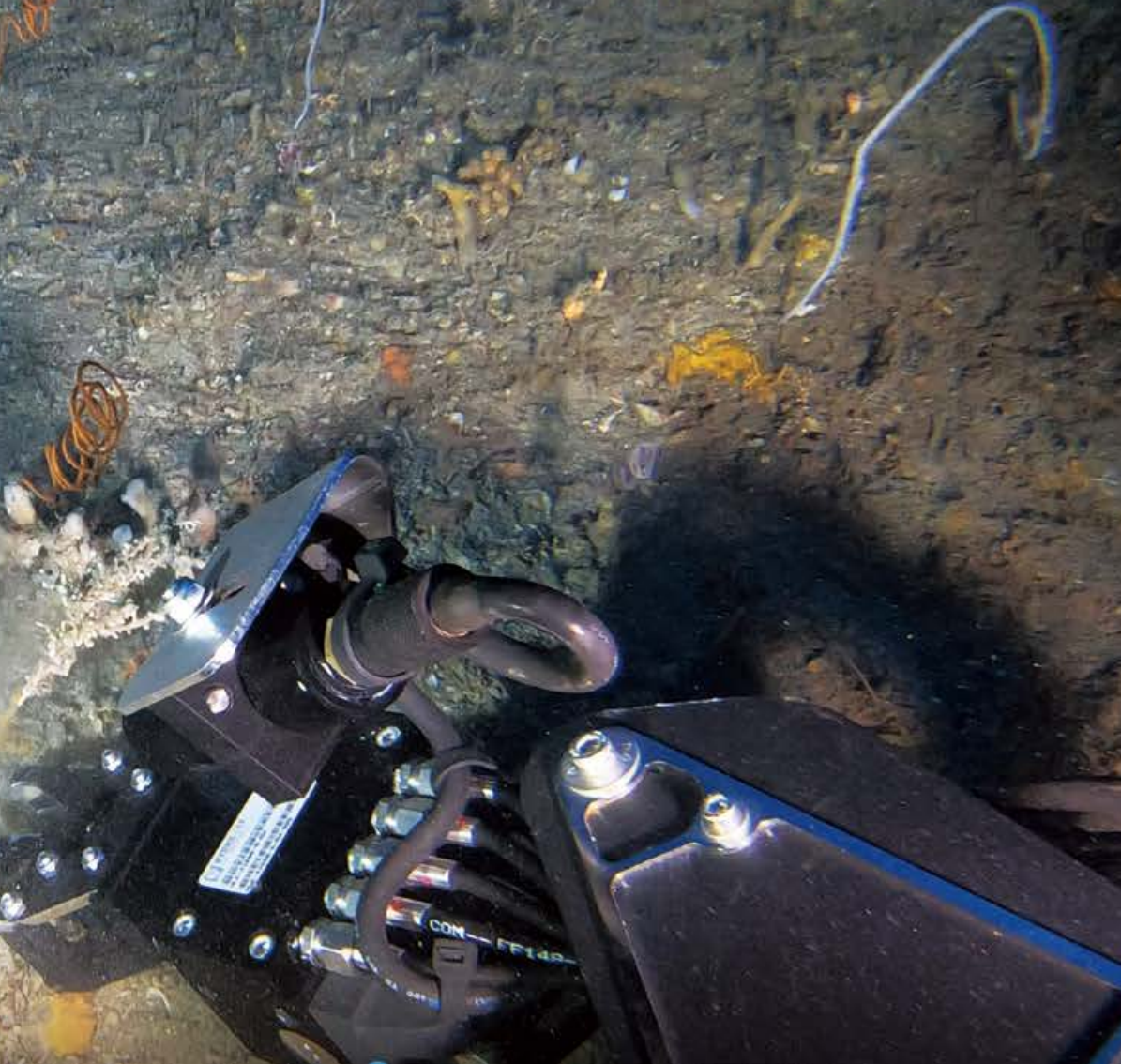


具有採樣功能的ROV，於恆春半島頂白砂外水深110米處進行中光層珊瑚探勘

HOV、AUV與ROV。HOV全名為 Human Occupied Vehicle，也就是水下探索的載人載具，它最早是在1964年被開發出來，目前已發展到可以下沉幾千米。AUV則是 Autonomous Underwater Vehicle，主要是做一些水文相關等條件的調查，在設定好條件後，機具就會地毯式地掃描該地區的水文條件並拍照。

上述兩種機具都被運用在深海比較多，最常被運用在中

光層的機具則是ROV (Remotely Operated Vehicle)，也就是水下無人載具。最早開發於1953年，起先是用於軍事用途，後來也常被用於海洋研究探勘之中。目前海生館有兩台ROV，一台是小型ROV，只有四個推進器；一台是中型ROV，有六個推進器，五軸機械手臂，航速是四節。「因為海裡是一個開放性的區域，所以在操作上要有很好的空間方向感。ROV在水中會因為潮流而飄動，所



以我們在招募ROV的控制員時，都會問他們會不會玩開飛機的電動，有這樣的經驗上手速度會比較快！」王博士笑著說。

ROV可否取代潛水員？

「取樣品的話其實還是要靠人啦！ROV其實沒有想像中的好操控，要讓它很精準採樣需要很多的練習。你看直播的時候那個畫面不是會一直晃動嗎？這並不是操作員操作不好，而是因為海下有流，所以ROV會被流帶著晃。

像我們這種200米以淺的地方表層就有表層流、中層又有中層流，所以ROV在下去的過程其實滿難，穩定性也沒有很好，流很強的時候，它晃動的也會更厲害。有時候連攝影都有問題了，更別說要採樣。尤其是我們在珊瑚礁區，每次出去都很提心吊膽，很怕把珊瑚撞壞。」

「不過有ROV還是對研究幫助很大啦。像我其實並不會潛水，也不會游泳，但是透過ROV傳回

的影像與專業潛水人員的幫忙就可以進行研究。而且一支氣瓶的工作時間最多是50分鐘，每次潛水員下去滯底時間都非常有限，而且上來過程需要減壓及水面休息，一天不會潛太多次，不然太虐待人。有了ROV後至少可以先去探勘位置，知道地點後再請潛水員下去採集樣品，這樣會比較有效率。」王立雪表示，「我們的ROV上也有稱為USBL的定位裝置，能夠確定跟船的相對位置，所以你會知道探勘地點大概在哪裡，而且下次去也可以在比較相近的位置。」

「我們的研究其實也是『看天吃飯』。早期我們不太會看流，有時候選了我們覺得很適合的時間出去，但就算表面上看起來風平浪靜，底下的流很強也是下不去，所以早期也投入很多時間在練習。海生館還有另外一台小型的ROV，我們也希望未來可以常用它來多做一點淺海珊瑚礁的探勘。」

「野外探勘常常是計畫趕不上變化呀！不太可能每天都按照你的規劃又沒有什麼流況。像我們之前去澎湖去了五天，當地的流況很複雜，每天都在變。有一次我們在下去探勘的過程中，因為安全因素，船的引擎是停俾狀態，突然間發現船就差點飄進浪區，那個浪可能有一米，我們這個時候就要趕快放棄任務，趕快把機器拉回來！除了機器往上開之外還要有人幫忙拉，這樣才

能趕快走，確保人跟機器的安全。」王主任邊回憶著驚險的過程邊說，「我們出去好幾次，但只有一兩次是碰到超平的流，就是海面風平浪靜，海面就像面鏡子一樣靜止不動，ROV可以很快很順利下去跟上來，不用很辛苦的拔河。」「其實出任務真的很辛苦耶！要曬太陽，像我會暈船還得吃暈船藥才能順利工作。我雖然不會潛水，但我最大任務就是在該放棄時跟團隊的成員說：『好了，今天可以了。』佈放ROV也很辛苦，機子本身有160公斤重，因此需要吊臂協助佈放，海面波浪比較小時才能安全佈放跟回收。另外ROV是繫纜的無人載具，需要靠人操控纜繩，維持纜繩的張力，避免纜繩勾到水下的礁岩或是纏繞自己，有時候流強時，才佈放到深度一百米，纜繩已經瘋狂出線兩百多米，之後就得要操繩手辛苦地把纜繩回收。另外長時間在船上盯著螢幕操控ROV也是非常辛苦的，要不會頭暈才行。」

ROV上還搭載哪些特別的儀器呢？

「因為中光層珊瑚其實跟光照度很有關係，主要是取決於環境中水的清澈度，而水的清澈度又受到流還有懸浮物質的影響，所以每個地方的中光層深度其實都不太一樣。我們自己有開發一些測波長的儀器，就是我們出去探勘的時候也會把它放下去，然後就可以了解水體裡面光的穿透



海生館另一台小型的觀察型ROV

特性。一般來說清澈的水域就以藍光穿透性最高，大概可以穿透到150至200米之間，而紅光這時就會遞減。相反的，混濁水域的紅光穿透力就會提高。這些儀器都能幫助我們了解當地的水文特性。這些資料其實也是要靠著慢慢累積建立的。」

恆春半島海域有中光層珊瑚分布嗎？

「我們其實也還在找，目前的探勘點還沒很多。恆春半島這裡我們去了大概有十幾次了，主要都還是看到軟珊瑚。我們也還在努力地探勘哪裡有以石珊瑚分佈為主的中光層珊瑚。不過現在找到的都比較零星一點，中光層珊瑚存在其實跟地形也有很大的關係，目前我們這裡還沒有找到像國外報告生長在5、60米或7、80米有大量石珊瑚分佈的那種。我們也正同步探勘澎湖跟小琉

球。」王立雪博士回答。

中光層珊瑚的領域目前還很新，仍然有許多未知的領域跟挑戰，也需要投入更多的資源與深入了解。「現在我們是跟外面的漁船還有遊艇配合，我的目標是有一艘船，可以比較常出去，不用受制於別人，像後壁湖合作的漁船是抓飛魚的，飛魚季時就沒辦法配合我們出任務。」王立雪笑著說，「不過話說回來，這些都是外在的工具而已。我以前也沒想過我會需要用ROV跟上船，還得要學會看海況，但研究需要，我就去學了。這些器材、儀器都還只是幫助你解決問題的工具，科學研究的重點終究還是回到『怎麼問出對的問題』。」



◀掃碼發現更多探索中光層的秘密！