

## 三接與藻礁保育、能源轉型關係〈對焦會議〉 文播

\* 文播為現場即時摘要紀錄，非逐字稿

**會議時間：2021.04.14 13:40-17:55**

**會議地點：台大霖澤館 1301 多媒體教室**

藻礁公投已經成案，將會在 8/28 進行投票。在此之前，很需要更多的公共討論，釐清三接對藻礁生態、能源轉型與減煤時程、替代方案等相關爭議，做為公民投票的理性基礎。同時，我們也期待在公投之前，還有可能催生雙贏方案，以避免因公投對決失去對話空間。

因此，環保團體和學界共同主辦了這場會議，邀請了政府代表、學者專家、提案方代表，分別陳述相關論述與關鍵資訊，期待這是社會對話的起點，接下來有更多公共對話持續發生。

---

### 開場

**李根政：**各位好，首先代表 13 個主辦團體感謝與會者，還有線上參與的朋友。藻礁公投的連署通過了法定門檻，預計會成案，在 8/28 投票。觀塘天然氣涉及的爭議，很需要更多討論，所以今天環保團體共同主辦這場對焦會議，嘗試盤點各自關注的問題，邀請政府代表、學者專家，希望陳述相關論述與關鍵資訊。期待這是社會對話的起點，有更多對話可以持續發生。這是開始，不會是結束，因為距離 8/28 公投還有蠻多時間。這場會議前，中興大學在 3/30 辦過一場論壇，莊秉潔老師辦的，嘗試捲動社會理性對話；之後蘇院長也要求經濟部要對外推方案進行評估；接著潘老師與陳主委會面也提到，需要政府提供更多資訊。我們期待政府就各種可行方案進行評估，我們也和社會大眾一樣期待，有清楚資訊可以做判斷，更期待在公投前，還可能催生出雙贏方案，避免公投對決失去對話空間。這場對焦會議最主要是希望可以對話。

（會議形式介紹）

今天議程會討論：1.大潭藻礁生態受影響與各方疑慮盤點；2.能源轉型的路徑期程及能源供需評估；3.替代方案如何回應生態保育與能源轉型課題。以上主題都會分兩回合，報告與提問互動，再由主辦方收斂，作為未來討論基礎，但不會在會場要求產生共識或決議，因為這是剛開始釐清問題與爭點跟蒐集意見，以上說明。

（報告與討論原則說明）

接著介紹今天主辦團體：主婦聯盟環境保護基金會、主婦聯盟環境保護基金會台中分會、台灣親子共學教育促進會、台灣環境保護聯盟、台灣環境資訊協會、好民文化行動協會、地球公民基金會、高雄市公民監督公僕聯盟、荒野保護協會、媽媽監督核電廠聯盟、綠色公民行動聯盟、環境法律人協會、環境權保障基金會。

**陳璽尹**：大家好，我是新興科技媒體中心博士後研究員，感謝根政老師邀請。新興科技媒體中心是科學媒體，國際上多個科學媒體中心的一員，這些國際團體是希望處理科學研究進入大眾領域或與媒體交界時的難題，藻礁是我們成立以來面對過最難、糾葛最深、也跟台灣最有關的議題。國際上有六個科學媒體中心，我們謹守一個原則，希望我們提供的資訊是有科學實證基礎的，所以團隊整理了很多藻礁的摘要與爭點，可以在我們網站上找到。這是我們在有限時間內以可以找到的資料為主所整理的，會持續更新；若有認為更好的更有助於討論的，例如今天可能會有新的爭點，也會整理在上面，也請大家提供。這場生態討論，可以預期不同科學家會提出不同意見，這在科學界是非常常見的事情；因為時間、環境變化、地點、研究方法、研究目的不同而有不同發現，所以今天場次不是要在有限時間內找出科學家共識，而是希望將目前實證研究已知跟未知的事情記錄下來；今天提到的資訊，都會在網路上公開。這場提出的問題，不期待馬上得到答案，後續還是可以處理。簡單說，我們想知道的是，是不是還有研究不能回答的問題，或我們需要但還沒有實證研究，我們會在未來請專家們回應。科學上有太多不知道的事情，每次發現的事情都很珍貴。希望今天可以開啟討論，提供更多資訊，然後大家一起守護老師創造的對話空間。

（發言規則說明）

介紹今天的四位老師：林幸助、溫國彰、林子皓、許皓捷。

## 第一階段：生態報告

藻礁生態之科學議題／林幸助

**林幸助：**謝謝主辦單位給我機會來說明我的想法。天下沒有白吃的午餐，邱老師講得很好，中南部的空氣、土壤、水重要，還是桃園藻礁重要？有的人不認為會有缺電問題，但是這是一個可能性，有可能性就有風險。所以我們很可能付出的代價是，不蓋三接，但可能犧牲掉中南部居民的肺，來換取桃園藻礁。

這是桃園藻礁，各位可以看到，活的殼狀珊瑚藻在粉紅色這邊，上面的沙蓋掉的，可以看到有些藻，這個藻並不具有造礁功能，是縱胞藻。所以各位看到的粉紅風暴的這個，並不參與造礁，而是縱胞藻；但這也是 2008 年觀新藻礁拍的，這個景色也不會消失，還是在這邊。藻礁生長條件是什麼，可以參考，但我要強調的是，實際上它是跟珊瑚競爭的過程，因為濁度高、珊瑚長不好，殼狀珊瑚藻才能生長。因為濁度高，如果超過水深五公尺，光不夠，藻類無法生存。很多人質疑的是，觀塘工業港底下是不是都是活的殼狀珊瑚藻，答案是，用常識判斷是不太可能，因為光不夠。只要水深超過五公尺，並沒有活的藻類。這是側掃聲納跟從岩心角度來看，可以看到以棧橋填方區往外防波堤，水深大概 10 公尺，18 公尺，18 公尺以外幾乎沒有礁體，有礁體大概是這邊。

以這樣狀況來看，我們可以看到一整片區域大概都是泥或沙覆區，真正有礁體是這邊，但這邊已經迴避了。會影響的橋墩大概就是 7 橋墩，0.37 公頃。如果往外移，我來看，對生態也沒什麼幫助，徒耗成本。另一個可能是，水流抑縮，水流較強，可以把沙帶走；但往外移的話，力量反而減少，更可能堆積沙。這是模擬圖，其實這是很專業的問題，但我們沒有建立專家制度，常常都是網路上的並不是那麼專業的發言。這是模擬情形，可以看到以後蓋了三接，沙子會在這邊堆積，稍微堆積在這，有些沙有可能會流到 G2，這是可能狀況。現在兩年多施工，看起來也差不多。可是在環評承諾裡，中油必須把這些沙抽掉，會不會蓋完後沙填滿，目前看起來，這個可能性應該不高。

所以實際上整個施工過程，除了迴避，也注意到柴山多杯孔的問題，這是確認圖，可以看到他們經過非常多確認，確認橋墩可能影響的地方，也沒有柴山多杯孔珊瑚。從以前資料來看，這也是中油資助的計畫，定年，把藻礁在底下定了 7600 年，這也是中油計畫，有些人說中油計畫不可信，可是為什麼還是引用戴老師的結果來說千年藻礁。實際上這是動態平衡的結果，千年是深埋在地底下六公尺才有可能，上面很多地方是四千年前，整個環境改變後沙埋的結果，藻礁生態說 7600 年實在太超過。等有一天沙沖掉，藻礁露出來，生態才開始演替，所以千年藻礁從這邊來。

所以產生一個問題，我們要保護礁體還是藻礁生態？反三接的人在不同時間講不同話，可是這兩個策略是完全顛倒的。保護礁體要沙埋才能保護；要保護藻礁生態，就不能有沙，沙埋就會失去功能。殼狀珊瑚藻構成地方在觀新藻礁保護區，是脆弱的，那辦活動就不該在上面踩，實際上已經被踩平了，這不是真正愛護藻礁的行為。

回過來看，到底藻礁生態，如果重點是保護藻礁生態，到底是如何？這是示意圖，可是我們可以把藻礁生態跟之前相關沿岸的調查結果做粗略比較，就可以知道個大概。這是觀新藻礁，這是桃園縣政府濕地學會的報告、這是戴老師、劉老師的報告，可以看到基本上軟體動物、節肢動物、魚類比較多；墾丁還是種類最多，一千多種，高美大概 128 種，北海岸藻礁礁石跟岩礁大概一百多種。這樣看起來，藻礁生態跟岩礁差不多，物種大概也是西海岸可以常見的。為什麼會這樣，其實桃園特徵就是強烈漂沙作用，可以看到一個儀器放在那，幾個月後全部被沙埋掉。

如果把時間尺度擴大來看，這是變動過程。觀新藻礁從 2001 年還沒有全部沙埋，到 2016 年沙子開始露出來，實際露出時間 20 年，這 20 年可以看到觀新藻礁生態很豐富。林俊全老師的報告給我們更大的啟示：「大潭 G1(A9) G2(A8) G3(A7)三區在 2014 年以前的覆沙率是 70%~100%，直到 2015 年連續 2 個颱風侵襲北部後 G1、G2 礁體才又再度露出，顯示露出後的大潭藻礁生態演替可能只有不到 6 年時間。」所以這篇報告已經提示，漂沙作用是影響藻礁生態最主要因子。這是當初比較的沙地、藻礁、沙地上面有鵝卵石、藻礁上面有鵝卵石。這四種棲地，藻礁生物確實較豐富，因為水流作用力在藻礁比較強，棲地複雜度較高、生物就會較多。所以要解決漂沙問題。

漂沙對殼狀珊瑚藻影響，中女中學生做過實驗，可以看到，只要漂沙，埋了三公分、持續五天，殼狀珊瑚藻就會白化。所以到底，很多人說，大潭藻礁生態會比觀新藻礁好；可是考慮到大潭藻礁，露出時間只有 6 年，2015 年才露出來，且之前是鎳污染的地方，持續的沙覆；跟觀新藻礁大概 2001 年露出來，20 年，中間發展，不難推出，大潭藻礁很難會比觀新藻礁好。這是現場觀測資料，環保署資料，可以看到 G1、G2 常常濁度很高，跟白玉差不多，甚至潮間帶濁度也是 G1、G2，觀新濃度都較低。

問當地人就知道，可以肯定告訴你觀新跟大潭哪個好。很多資料，我們從 2012 年開始做藻礁生物多樣性現地調查。那時候兩個點都是在觀新，沒有設大潭，因為當初大潭都是沙覆的，生物非常少。那時重點是藻礁生物，挑了露出來的白玉跟樹林子海濱。我們用的是嚴謹的穿越線調查，這篇是之前唯一談到藻礁生物多樣性文章。可以看出大型藻類覆蓋度都是在觀新比較好。這邊大潭指的是大潭電廠，但常被誤認是大潭藻礁，當初並沒有大潭藻礁這個命名。底棲、底表、底內動物也是觀新保護區比較好。種類組成不同，北邊受污染區大概都是端足類，比較能耐污染，北邊因為工業區、漂沙影響，這兩個是重要影響藻礁生態，尤其桃園，重要的因素。

即使是反三接學者的研究，大概沒有一種生物是藻礁特有的；也就是不會因為藻礁而消失，包括柴山多杯孔珊瑚。環保署數據，桃園生化需氧量，也就是有機污染，全國第一；銅、重金屬含量也是全國第一。在這個污染狀況下，桃園海岸藻礁一直承受這

些污染的干擾。2017年中油環境監測報告，這時候開始兩個對照，大潭跟觀新藻礁保護區，結果幾乎一樣，跟之前，可以看到觀新生物較多，密度、種類數、歧異度都較多。紅色是在沙子上生存的生物，大部分在大潭的生物，很多是生活在沙地而非礁體上，名錄可以看到，觀新 17 種，大潭 7 種，但大潭很多物種是沙蟹、螃蟹；邵那老師研究也告訴我們，魚類也是西海岸常見物種，不是藻礁專屬物種。2020 報告也差不多，藻類覆蓋率差不多，可是動物有很大差別。如果用人為刻意刷洗、提升殼狀珊瑚藻覆蓋度，這不是自然方法，一般科學研究不會這樣做。底表動物也是觀新比較多，大潭較少；底內、魚類也是一樣。有人好奇怎麼驗證生產量是多少，有人把它比作藍碳，剛好我們做過，就是這個樣子，測的結果告訴我們殼狀珊瑚藻吸存能力很低，跟海草床或紅樹林比，大概是海草床的 1/10，紅樹林的 5% 而已，甚至提存過程還是釋放二氧化碳，對固碳沒有太大幫助。另外是柴山多杯孔，實際上在觀新保護區也找到了，而且數量不少。

所以公投題目只告訴我們移除三接，但如何保育藻礁生態，沒有談。三接移除後，藻礁生態就會變好嗎？當然不是。邵老師講得很清楚，保護區重要的是經營管理，尤其是持續干擾的污染跟漂沙，這兩個不解決，只移除三接，不會讓桃園藻礁生態變好。從這個宏觀角度來看，整個桃園海岸，這段已經被保護，這段也不可能更惡化，中油承諾管理下，至少可以維持生態；這兩個保護區可以發揮外溢效果，提供藻礁生物需要的種源庫。所以我的想法是，如果能藉這個機會在這邊蓋三接，可以讓它的承諾改善污染跟漂沙，有機會讓藻礁生物多樣性增加。如果維持現狀，三接移走，持續的污染跟漂沙，維持只是最好狀況，有可能惡化。按照原方案把藻礁填滿的話，那是破壞性開發，生物多樣性當然會下降；所以應該用宏觀思維改善漂沙跟污染，才能真正保育藻礁生態。

所以最後，我們應該提的是一個兼顧生態、生產跟生活，這才是永續的解方。我們知道這邊三接、觀塘工業區、工業港，可以提供很多生態系服務，包括藻礁生物、地質藻礁；它跟減少碳排、經濟發展、電力需求、能源轉型、減少空污也有關係，可以協助解決。如果三接退出大概是維持原狀；這部分都會下降，因為沒有三接，會受到影響；藻礁礁體跟生物維持在這邊，藻礁生物因為污染跟漂沙可能稍微下降；減少水污、漂沙、生態監測、環境管理跟生態教育，大概是維持現狀。維持原方案的話，這些雖然會改善，電力需求、能源轉型、空污，因為蓋了天然氣接收站，可是會影響到藻礁，因為填滿了。

如果可能以既有的減輕迴避措施，大潭藻礁可以讓生物多樣性跟地質藻礁都能獲得保護，甚至也能達到減少碳排、經濟發展、電力需求、能源轉型，甚至減少空污、水污、海岸管理、環境教育等都能提升。所以生態系服務，尤其觀塘，實際上是多元價值，生物多樣性只是其一，應該放大眼光來看，如何讓整個生態系服務最佳化。所以我們認為應該要能共存，才能永續。以上是我的報告，謝謝。

## 桃園藻礁保育 / 溫國彰

**溫國彰：**各位好，今天分享對大潭跟桃園藻礁保育的概念，大概分四個部分：前陣子邵老師提到保護區，鄉民有誤解，我藉機來解釋一下保護區怎麼管理才能有效。第二，公民科學家，我們團隊在大潭藻礁調查時，有很多漁民、釣客參與，鄉民覺得沒受過科學訓練的人蒐集資料不可信，我利用案例跟國際方向解釋海洋研究為什麼非常需要公民科學家參與。第三，人工建物，很多人引用永安天然氣接收站產生的健康問題，剛好我做過人工海岸調查與永安的調查，用這些資訊跟科學文章分析我的看法。第四，目前三接對魚類的影響，我們可能沒有團隊真的收到很完整的資料，也許透過相對比較能比較有概念一點。

就像邵老師說的，保護區最基本概念就是讓漁業活動禁止，無法阻擋污染、漂沙、噪音，因為基本概念只是讓漁業活動減少。可是我們看保護區模範生澳洲是怎麼處理，不單只有漁業禁止，大堡礁來說，一般使用區也限制水產養殖或任何會造成水質污染的活動，在其他不同緩衝區或漁業區，都有更細緻操作。一個良好管理保護區，不只限制漁業活動，有很多細節操作可以讓海洋環境更好。也有其他發現，他們發現陸源污染對海洋也有影響，不管海洋做什麼管理，沒有把陸地上污染整體規劃，是沒有用的。越來越多文獻指出，只有把全部來源，陸源污染考量進去，才能更完善海洋保育。

昆士蘭大學提出如何選擇海洋保育區，**CARE**。第一個，**Connected**，生物連結；然後**Adequate**，合適地點的選擇；**Representative**，具代表性；**Efficient**，有效管理。有效管理是說，如果這地方要花更多能源，譬如說要花 22 億，去買一個地方做保護，怎麼跟其他環境比較。如果今天有 **ABCDEFGH** 幾個地方，每個地方有不同特性，紅樹林、濕地，也許結果來看，保護 **CDE** 只要花三個小地方，可以選擇最小/少的區域，保護最多的物種、棲地。這只是他們的建議，在海洋保護區設計有很多各種不同規範，這邊只是讓大家比較好了解。在 **Papua New Guinea** 他們進行很多地點研究，跟我們說，今天保護區可能只蒐集到某程度數量，才能保護 80 或 90%，透過選擇保護棲地才能達到穩定的漁業或珊瑚礁保護需求。

我們林務局資料，我們蒐集五個地點，永安、大潭、永興、白玉，我們收集的資料來自潮間帶-150 的位置。我們發現當你蒐集潮位較高的地方，確實受到沙埋影響；唯有往比較深的地方走，甚至亞潮帶才能收到比較豐富資料。所以確實在潮高位置，-150，是非常關鍵的資訊。我們用漁業的資料，包括潮池採集、漁業資料蒐集，透過稀釋曲線，**rarefaction curve**，透過資料樣本數，我們用 **iNEXT**，清大趙老師發展的，透過資料性質，由資料分布狀況推測一個地區的多樣性高低。因為資料很難定量，過去藻礁研究我們發現，如果用潮池調查或其他潮間帶方式，似乎不能反應藻礁數量，這個方式比較能清楚比較。以多樣性來講，永安是調查裡多樣性最高，第二是大潭 **G2**，

再來是白玉、永興、大潭 G1。傳統調查無法反應很多資訊，我們請中研院林老師幫我們看收集的沈積物，在沒有跟他講樣本來源的情況下，結果是在 G2 拿到最多耳石種類跟數量，這是來自-150，若在高一點位置採，相信會有不同結果。根據這樣的資訊，還有林子皓老師的資訊，簡單概念是，魚類採集永安最多沒錯，大潭 G2 第二，耳石也是 G2 最高。把這個資料，跟前面提到保護區設計，如果在桃園要選保護區，以魚類多樣性，要怎麼選，當然不可能全部保護起來，因為要兼顧經濟發展。選四個，什麼點最高，不要 G1，其他都選。但退到只選 2-3 個點，永安跟 G2 就跳出來。所以要選擇最小的區域去保護，可以拿到經濟魚類種類最多或多樣性最高，要考慮 G1 跟永安。當然這只是魚類資料，如果加入其他生物，可能方式會改變。至少從漁業，也許要考慮這兩個地方來選擇。

邵老師跟林幸助老師提到，單純保護區沒有用，要透過有效管理，或更細緻的操作，我們過去盤點台灣的保護區，可是看現在，基隆望海巷、台東富山漁港，如果保護區有 **community based**，如果有當地居民參與，會有更好效果。如果桃園當地人參與保護區規劃，也許有更好作用。林務局研究也跟台北大學幾位老師合作，他們真的下鄉詢問當地居民對藻礁的保護，當然資料不是絕對的，不可能聽到他們說把三接趕出去這樣我們才有收入，當然不是，聽到的方向大概是，因為他是受利者，三接在那邊他土地可以賣錢，會獲利。當然沒錯，可以靠賣土地賺錢為什麼不好？但可以看到以漁業為主要收入的人，會希望環境可以改善。去容納當地利害關係人的意見是非常重要的，保護區要成功就是要包含利害關係人是成功保護區的重要資訊。

我們資料有 80% 來自合作漁民跟釣客，這邊要強調公民科學家重要性。一年去四次的資料可以代表那邊的環境生態嗎？不幸地，環評現在規範一年四次就夠了。可是我們採樣過程，很多漁民跟我們說你這樣抓不到魚啦、來錯時間了，很多當地知識不是我們看電腦、讀文獻就能了解，跟當地人合作提供我們非常多資訊，但很難量化，像我說的，透過稀釋曲線及不是完全量化的資料做比較。那什麼是公民科學家？為什麼重要？公民科學家的定義是一般大眾可能沒受過完整訓練，但對研究議題有興趣、協助蒐集資料。國外很多研究發表利用 **reef check** 資料解釋資訊；台灣最有名的是路殺，這是科學，2019 已經有四、五篇資料利用路殺資料討論各種生物變化，所以公民科學家的參與沒有問題。海洋廢棄物，環保署長日前發表 NGO 蒐集的海洋廢棄物，一樣是科學發表。我自己，最初是做豆丁海馬調查，因為海馬太小，很難蒐集資料；可是透過網路，聯絡不同潛水員，回傳資訊後，我們建立台灣是全世界豆丁海馬熱點。再次強調，公民科學家在海洋研究非常重要。我們做石斑魚調查，請釣客、漁民幫我們蒐集資料。科學家不去海邊，其實不知道外面發生什麼事情，唯有當地的釣客、居民參與，才能拿到比較準確資料，才能達到比較正確的政策、保護區設計。

最後是人工海岸，因為沒有三接模擬資料結果，但過去跟邵老師、陳老師做研究調查，大概知道可能結果。當初林務局提供的資料，謝老師也在團隊裡，看人工海岸到

底對台灣海洋環境有什麼影響。如果把天然海岸丟消波塊，北部岩礁來說，差別不大；可是到珊瑚礁或藻礁等特定環境，放這種人工建物，對魚類就有影響，從珊瑚礁族群變成岩礁族群。有些地方人工建物久了，像永安，看到豐富珊瑚礁，這是照片，看到非常高的珊瑚覆蓋率，深的地方覆蓋率也差不多，可是種類不太一樣。經過科學分析，20-30年人工建物，雖然覆蓋率高，但種類組成不同；魚類組成也是，雖然看到很多以珊瑚為棲地的魚類回來，但種類不同，尤其深水域，底下都是泥巴底質，沙的底質完全看不到，加上懸浮沈積物那麼高，魚類組成會影響。

如果今天蓋一個非常大的港，像永安，多年後珊瑚沒問題，但族群跟原本不一樣。如果藻礁來看，我們也相信魚類組成也會不同。更不用說有些物種你看他的棲地喜愛，像我在澳洲研究豹鱈，他的小魚，一般人以為他喜歡活的珊瑚礁，可是沒那麼單純，他是喜歡活的珊瑚礁，底下是沙地，如果只是礁上面的珊瑚，沒有用。所以我們花時間去了解，生物喜歡的棲地這麼複雜，怎麼取代是很困難的，所以人工建物就算有很高珊瑚覆蓋率，這些生物還是可能消失。

雖然我們沒有資料可以很 solid，很紮實地證明三接影響，可是可以比較 2008-2009 年資料，如果相信我們採集方式，比較中油這幾年委託的研究，就可以比較看看是不是人類活動這幾年可能對 G1、G2 產生影響。我們實驗室現在有學生在蒐集資料，發現魚類慢慢在減少，潮池慢慢抓不到魚。但可否推測三接造成的影響？剛才林老師最後一張投影片讓我非常興奮，如果蓋了之後藻礁或生物多樣性可以增加，我真的還蠻支持的，是不是這種建物可以推展到全台灣，全台灣都蓋這種建物，也許更可以消弭真愛藻礁環團的想法，你把建築物移到觀新藻礁，數值都上升，也不會跟環團硬碰硬，也許是兩全其美的方法。謝謝各位。

## 從海洋聲景談大潭藻礁的生態特性、工業港造成之潛在風險／林子皓

**林子皓：**今天要分享從水下聲音的角度，談桃園藻礁的生態特性，還有我個人認為工業港、也就是三接可能造成潛在的風險。很多人不知道聲景研究重要性，聲景研究是透過聽聲音了解棲地特性，可以知道群聚組成與多樣性，還有人為活動的干擾。例如我們常會把水下聲音資料視覺化，變成隨著頻率、時間改變的圖。圖上可以發現，這邊每天晚上有很多石首魚合唱，表示群體數量非常驚人。甚至有時候會看到白海豚的聲音。場景換到人工魚礁之後，可以看到魚的聲音狀況整個變了，取而代之有很多無脊椎動物、甲殼類頻繁發出聲音。所以顯示不同棲地，整個生物上改變，聽到聲音就不同，用這個方法評估生物多樣化跟衝擊。

第一個聽珊瑚礁水下聲音，可以聽到背景有很多啪啪聲，這不是自然聲音，是甲殼類生物大量生活在礁底，發出來的背景聲音。低頻部分有一連串低頻脈衝波聲，是很多珊瑚礁魚類發出的聲音，所以大家覺得珊瑚礁生物多樣性高不是沒道理。換到沙洲、



河口，可以聽到啪啪聲相對稀疏，可是下面有個很像噪音的聲音此起彼落，那其實是石首魚合唱，漁民以前就是靠聽聲音抓魚。再來聽今天爭議的大潭藻礁的水下聲景。這段聲音可以發現，聲音感覺跟前兩個非常不同，第一個，背景的啪啪聲非常清楚且頻繁，介於珊瑚礁跟河口之間；可是相對地也聽到，低頻的魚的聲音沒有像前兩個那麼明顯，原因等下跟大家討論。

藻礁這個地方非常有趣，像這樣會聽到明顯波浪聲，不管在白玉還是大潭 G1、G2，還是觀新或永安，受到潮汐波浪影響非常大。今天放麥克風在那裡，漲退潮聽到一大堆波浪潮汐聲音，但只有滿潮才聽得到這麼頻繁的水下動物聲音。像剛剛很多老師提到，不同時間去，看到的生態狀況根本不同。更不用說環境這麼惡劣，滿潮或漲退潮時間點，人很難去做調查，所以要透過間接方式了解生態樣貌。剛剛講到這邊魚類聲音較少，魚類為什麼發聲，一般認為跟求偶等有關，現在資料顯示藻礁水位很淺，可能是很多小魚聚集處，育幼所的棲地功能可能也解釋為什麼魚類聲音較少。

接下來分析錄到的聲音，我們只有五個地點，一個地點只有一個測站，但每個地點都錄一整天，包括兩次潮汐週期，且用人工智慧方法把波浪跟動物聲音分開，所以沒受到波浪噪音嚴重干擾分析。漲潮時全部都起來，滿潮是高峰，退潮就下來。即使在同一天，不同潮汐次數，同一個季節，不同顏色的兩條線，變化都很大。例如這個，第一次潮汐這麼高，第二次停在下面。表示採樣，你只要在不同時間點去，變化度就非常，這是需要考量的現實狀況，更不要說隨季節跟地點都在變化。整體來說，大潭不是最差，觀新也不是都是最好。動物聲音這個方法還有很多限制，跟動物數量跟發聲次數有關，現在無法釐清到底是那邊數量很多，還是其中一隻槍蝦狂叫，但一般來講應該不會。另外是我們無法做物種辨識，所以無法當作完整的多樣性調查方法，只能當間接指標；但的確發現聲音強度跟捕獲魚的數量有相關性，顯示這邊資源可得性可能是高的。再來是，剛剛很多人講到，做採樣都是在大退潮或乾潮去做，漲潮沒辦法做，所以聲景大概是現在少數可以補足的方法。

再來也比較亞潮帶，大概水深十米的聲音，聽起來非常不同。可以聽到槍蝦聲音比較不明顯，取而代之的是夜間高強度的石首魚群體合唱。這顯示從潮間帶以下十米，棲地異質性很高，呼應溫老師剛剛說的，不同功能性的棲地就支撐了當地生物多樣性，這個環境異質性也是桃園藻礁現在關鍵的棲地指標。這個環境異質性也是我們生物多樣性研究者很重視的議題，因為它可以支撐生物多樣性、生態系服務，以及社群，人的社群或當地自然棲地，對抗干擾的潛在反應。很多時候環評談人為開發的生態衝擊時，常常只討論，像國光石化有沒有佔掉白海豚棲地、開發案有沒有砍到森林，可是很常忽略間接的衝擊。

以宏觀角度來看，桃園藻礁生態系是少數以殼狀珊瑚藻為主的藻礁生態系，跟其他地方很不一樣。它的價值可以從觀新保護區劃設的作為證明。假設藻礁不是那麼重要，

觀新保護區還要做那麼多事情嗎？我不要講得太武斷，但微觀一點來看，地質結構，在藻礁部分，潮池等都很豐富；剖面來看，提供很多不同棲地讓生物棲息。剛剛溫老師也講到，還有很多需要調查的，才能了解當地生物多樣性，很多還沒被完整了解，大家可以從近期研究觀察到，例如發現大潭藻礁無節珊瑚藻之多樣性、大潭 G2 (45%) 和永安(33%)收集到較多魚類耳石，從耳石可推測有複雜的掠食性活動等、目前已知最大的柴山多杯孔珊瑚群體、兩種台灣新紀錄種蝦蛄，五種目前指蝦蛄科、矮蝦蛄科和蝦蛄科的未知種類。

為什麼桃園可以形成大規模藻礁？剛剛林老師提到很多關鍵因子，第一是硬積質的地質歷史，表示把藻礁整塊搬走也無法復育；再來是河口濁度跟營養源；再來關鍵是季節性沙埋，過去文獻指出經過三個月沙埋，殼狀珊瑚藻還是可以存活。剛剛林老師提到的高中科展設計，我有

看，它有七顆鵝卵石藻礁，一顆有白化，但其他六顆沒有寫狀況是怎樣，我不知道是存活還怎樣，無法看到結果。所以季節性沙埋是很重要幫助殼狀珊瑚藻競爭掉其他競爭者的機制。也因為這邊有很強潮汐跟波浪影響，會恢復季節性沙埋，讓它重新暴露，讓藻礁生態系一直維持這個狀況，不會演進到下階段。

從這部分可以看，三接跟觀塘工業港，我聚焦在專用港。我個人覺得它會造成一定程度衝擊，且有風險。經濟部說填區很小，但從跨距來看，蓋住整個外海這邊的區域，也蓋到一部份觀新藻礁區域。再來一個重要機制是，可能會減少波浪來的部分，因為是港，就是要減少波浪；還有影響泥沙輸送，剛剛林老師也講到可能有一定程度掩埋，中油要用抽沙方式減少沙埋衝擊，白玉、大潭或觀新都面臨一定程度沙埋。在不完全清楚的狀況下，很難說有沒有影響，但這代表沒有衝擊嗎？大家可以思考。持續性的抽沙會對海洋動物造成行為干擾，也可能因為船舶造成化學性海洋污染。再來是環評完全沒提到水下噪音，這是可預期的生態衝擊。

我看林幸助老師文章才知道，提到人工消波構造將改變海岸地形、泥沙輸送，提高藻礁受脅程度。其實大家都知道，離岸結構就是為了保護沙灘。人工結構旁邊很容易積沙，如果有大規模離岸，把波浪全擋掉，波浪還能把沙掏掉嗎？會很困難，有可能大規模積沙。剛剛也聽到很多污水整治是重要保育作為，我非常認同，因為這是桃園藻礁保育續存與否的關鍵，可是為什麼要做這件事，是因為現況就是如此，這也是觀新藻礁保育計畫中明列一定要做的事，桃園跟中央都做很多，我們看到成效很好，可是這跟三接工業港是交換嗎？我不覺得。如果今天不做這件事，就是一直在傷害當地漁民社群的漁業產業。

最後談水下噪音，很多人都不了解，近年科學證據顯示，很多無脊椎動物或魚類幼生會透過聽棲地聲音，知道這邊有他喜歡的棲地，不是被動順海流飄，會聽聲音主動往那邊流動。噪音會干擾這個機制，讓他想往反方向躲開。所以聲景是重要維持的機

制，但是現在完全沒關注這個議題；我也完全不知道當地水下噪音會不會影響藻礁生態系。如果今天有個健康藻礁生態系，可能會吸引當地動物幼生；如果是劣化的藻礁生態系，可能聽到這種聲音，這段是六輕外面路道的，是當地貨輪進出很明顯的，會遮蓋藻礁生態系聲音特徵。

總結：水下聲景顯示桃園藻礁的生物活動有很高的時空動態變化，其環境異質性可能是支持當地生物多樣性的關鍵。觀塘工業區專用港會改變波浪、沿岸流、泥沙輸送對大潭、觀新藻礁的影響，增加額外的生態風險。觀塘工業區專用港的水下噪音可能會干擾海洋動物幼生透過聲景尋找適宜棲地，降低藻礁生態系的恢復力。

現階段我們討論同時，中壢區漁會的專用漁業權已經被拿掉，因為當時工業開發計畫還有觀新保護區劃設時就被拿掉。但是當時觀新劃設時，很多人在抗議，權利被限制。但最後為什麼接受？因為海洋保護區會有外溢效應，讓大家受益。可是觀新工業區真的會有外溢效益嗎？它形成新的硬積質，可能帶來魚群的組成跟原本不同，對當地漁業會造成什麼衝擊，我們要審慎評估，才能說這樣禁止漁業進入的行為真的會產生海洋保護區外溢效益。謝謝大家。

## 環境影響評估當中的生態調查與資料分析／許皓捷

**許皓捷：**大家好。我不是任何藻礁研究團隊一員，希望可以保持客觀中立立場。我本身也不是做藻礁或濕地/海岸生態領域，但我今天完全以一個我認為科學研究不管在採樣方法、科學邏輯上，應該不會因學科不同。我本身是做森林鳥類群聚生態，近年花很多時間作開放資料分析。今天想跟大家分享我的看法是，希望從環評角度，看生態調查跟資料分析在環評應扮演什麼角色。

首先釐清，保育不是保護，是不同的兩件事。保育是強調合理利用自然資源，如果不同意利用的話，就談不下去了，重點是如何合理利用。怎樣才算合理利用，牽涉兩件事，一是客觀事實呈現，接下來才是價值判斷。我們到底需要哪些客觀事實，到底在環評案子裡需要哪些客觀事實，我們必須進行議題盤點、議題設定，盤點最基本來講，以不熟悉的狀況下，要做資源普查；可能只是建立名錄，或者需要有數量等級，哪些物種很稀有或普遍。接下來是群聚結構，有多少物種、豐富度族群量等等。到底設定什麼樣議題，會決定母體範圍跟調查方法。

為什麼我要談這個，假設今天只是要建立物種名錄，就可以藉由不管是現地調查或訪查、公民科學，都 OK，可以幫我們建立這裡的物種名錄，但必須記得，這也僅是物種名錄而已，就是這地方的基礎背景資訊而已。剛剛溫老師提到公民科學，我也用了很多在做研究，如說台灣最大的就是 Ebird，但是我們在處理公民科學資料過程裡，花最多時間是在清理資料，有些資料有非常多雜訊，清乾淨的過程可能花我們 80、90%時

間。公民科學資料的確可以給我們非常多背景資訊、常規生態調查無法獲得的，但使用上也必須了解它的限制。最主要限制是無法有明確的標準化的、量化的內容；如果要測量種類多樣性，要藉由蒐集的資料推估這個地方，如果努力無限的話到底會有多少物種數，或是相同努力量，不同樣區之間會有多少物種數，這個公民科學所獲得的資料，它的使用可能就會有些限制，這是必須非常小心的事情。所以物種多樣性跟物種名錄是兩件事，不能用名錄推估多樣性。

這張圖是生物在空間分布上不會是均勻的，所以討論一個地區生物多樣性時，會討論某個樣區的生物多樣性，叫作 **alpha diversity**；樣區間的差異性是 **beta diversity**；整個地區的是 **gamma diversity**。從採樣樣本無法具有整個母體代表性的話，得到結果就算去推估物種數，推估出的不過就是 **alpha diversity**，但我們要評估一個大範圍地區需要的是 **gamma diversity**。

同樣地，母體的界定是非常重要的。如果母體根本不同，吵多樣性，根本是雞同鴨講。所以我們必須正視，誰會影響母體？空間跟時間變異。剛剛幾位老師也說，這裡因為有漂沙、海流影響，空間、時間不斷在改變。因此不同時間、方法採樣，採樣的限制，譬如說只在低潮線上面，或到亞潮帶，採樣限制都代表不同母體。所以我們必須釐清母體到底在哪裡，母體不一樣，在那邊比較誰的多樣性高，其實是雞同鴨講。

也就是說，研究結果只能推估你所界定的母體，不能過度衍生。生物的空間分布，很少，不能說絕對沒有，很少非常規則分布或非常隨機分布，大多是聚集狀分布。這會影響，如何能反映我們要獲得的，比如說平均族群密度，所以必須遵循統計學基本原理，也就是要隨機採樣，才可能隨機採到個體數很密集或沒有什麼個體的。要能隨機且能大量，這樣採到的結果，統計量才能是母體量的無偏估值。

我今天無意針對過去任何研究評論，只是拿這張投影片強化我剛剛講的，採樣一定要盡可能隨機、樣本數夠大。這是在桃園，就是藻礁螃蟹的研究。螃蟹研究做出來結果是平均，這裡平均 16.4 萬隻，正負 25.8 萬，是標準差，換算成 95% 的區間的話，還要乘 1.96。所以可以看到範圍非常大，且橫跨非常負到非常正，為什麼會這樣？我當初看到資料，我對螃蟹不熟，認為可能是因為採樣不夠隨機或樣本不夠多而產生這樣的結果。所以我說推論必須基於合理假設，不能假設這個物種潮水退後會均勻分佈，這樣推論會有問題，而且推論結果也不符合統計學基本概念。不過後來我知道這是林老師他們做的，他們有說明，因為這個螃蟹具有非常強的領域性，所以會均勻分佈；但為什麼會有這麼大的平均值跟標準差落差，標準差遠大於平均值，他說因為調查時螃蟹會躲起來。不過這種因為動物行為的限制，不能當作你做出不合理的統計結果的藉口，這是採樣方法上應該去克服的，比如說我在這邊架攝影機人就離開，過 30 分鐘再回來收，就可以解決。這是題外話，我只是以此說明採樣時須注意隨機、整個結果的合理性。

所以什麼叫隨機？我過去審很多案子或學生研究發現，他們常宣稱是隨機，我問怎麼隨機，他說我到現場這邊就做了、那邊就做了，那不叫做隨機。隨機一定是到現場前事先規劃、編號、抽取。到現場再宣稱隨機選取，你就算覺得我非常客觀，還是會受到自己潛意識影響。且隨機取樣方法要寫進報告中，才能避免爭議。我目前 survey 跟藻礁有關的報告大多宣稱是隨機的，可是到底怎麼隨機選取，很少報告提到。另外若樣本數太少，隨機沒有意義，假設我只挑兩個點，也沒有隨機的意義，所以樣本一定要夠多。

回到另一個問題，觀新跟大潭到底那邊生態較好？生態學家不會這樣問，好不好是價值判斷，我們會問的是客觀事實，問這邊種類多樣性到底有多高。我們要關心客觀事實，好不好是價值判斷，不是科學家該評斷的。譬如說沙漠生物多樣性相對較低，那沙漠生物多樣性好不好？不會這樣問。另一個問題，種類多樣性高難道就比較好嗎？除了種類多樣性之外，還有哪些生態學應該看的面向？其中一個是物種—面積關係，這張在講說，當面積非常大的森林，稍微砍伐一點面積，損失物種數是從這邊掉下來；如果已經面積很小了，再損失面積，物種數會掉很多。底下區間是指說因為面積縮減，隔離度會增加，可能加劇物種損失。在桃園藻礁，從觀新到大潭是相連的，大潭這邊如果開發，因為沙埋或直接開挖損失的面積，到底會損失多少物種，也可以從物種面積曲線推估。因為觀新到大潭連在一起，幾乎可以不用考慮隔離。

此外還可以考慮群聚結構是否有獨特性，不只是物種數，而是物種組成，構成的群聚結構，有沒有不可替代性？這是在布袋的，紅色框起來是太陽能光電板，蓋了之後對鳥類群聚造成什麼影響，這是特生中心 2017-2018 年資料，我們拿來分析。我們發現跟它相似的有綠色這幾個區塊，也就是如果這裡因為蓋光電板使鳥類群聚變少，那有其他可替代的地方。所以要考慮大潭藻礁這邊如果開發，這個群聚有沒有其他可替代。所以生態學家角色應該是什麼？要提供充分且客觀的事實，且做出能協助各界理性價值判斷的科學分析。能忍受多少物種損失，那是價值判斷，不是生態學家能獨斷的，生態學家可以參與其中，但是不該獨斷。另外我認為，確認議題才能好好討論。這裡七千年藻礁，討論的是地質或地景保育？近年沙埋露出藻礁生態系，那要討論的就是生態保育，不該混在一起。

沙埋有一定歷史意義，生態學家討論目前看到的生態樣貌，但我們也重視形成的過程與機制。近期沙埋露出，提供什麼科學線索？第一個是演替，演替的速率、過程。另外是回復力，從這樣看來，前陣子三接工程意外造成的損失，很快有可能回復。另外這裡的物種種源在哪裡，族群播遷是怎樣。以前只有柴山跟大潭有，表示是間斷分布，但間斷分布大多只看到植物或播遷能力較差的昆蟲。到底是間斷分布，還是我們沒弄清楚分布範圍？沙埋歷史告訴我們必須去追這件事。

怎麼消弭歧見，第一是正確討論議題，到底討論的是地景保育還是生態保育？議題要搞清楚。另外要放下成見，用科學態度檢視各方呈現的客觀事實。正視母體差異、釐清不同研究方法可能產生的解讀差異。最後我認為，如果要消弭不同生態團隊的歧見，我們可以找有生態背景的統計專家做綜合性分析。以上，謝謝各位。

## 生態討論

### [生態場提問整理](#)

Q：環境法律人協會理事長張譽尹。我的問題可能有點多。第一，請教林幸助老師、林子皓老師、溫國彰老師，三位跟海岸研究比較有研究的老師，針對水下生態狀況，大潭藻礁海域應採用何種方法調查？調查標的如果不同，例如調查藻礁、多杯孔珊瑚礁棲地，標的若不同，是否需要不同方法？方法各有什麼限制？有什麼要遵守的原則？帶來的研究結論有什麼偏誤可能性？目前政府或中油關於藻礁水下生態調查報告，有哪份有這方面資訊？是否已經公開？哪一年作成？第二，請教林幸助老師，簡報引用很多中油跟桃園市府近兩年資料，例如 p.12、37，但是報告原始文本我們查不到，也無法審視。林幸助老師有取得原始文本嗎？中油跟桃園市府研究經費由林秀美老師取得並研究，林幸助老師是否也有參與研究因此可拿到文本？下一個問題也是請教三位海洋生態老師，剛才許老師提到母體界定非常重要，也要隨機採樣、樣本數夠大，才是正確科學研究方法。請問各位老師，你們參與的藻礁研究，在母體界定、採樣隨機等研究方法方面，是否可以跟社會大眾交代跟說明？再來是請教林幸助老師，簡報提到藻礁跟中南部的肺是二選一，請教你知不知道空污成因有固定污染源、移動污染源和其他污染源？你知道中南部空污成因嗎？你知道有季節之分嗎？你知道夏季用電尖峰反而不是中南部空污季嗎？

Q：大家好，我是荒野保護協會理事長劉月梅。大潭這邊的藻礁有生態特殊性，你不能把一個東西跟其他的生物量來比，就說這裡可以變成另一個生態系，因為它有它的物跟化的因子，讓大潭這邊有它自己的特殊性，這個特殊性也維持了它的多樣性樣貌。藻礁生長季節或所有生態生長季節，大家知道，每個生物都會在某個季節長出來，其他季節去看可能完全不在，例如？草，就是一個季節看到很多，其他時候可能完全不在，如果不是這段時間調查的話。台灣夏天跟冬天漂沙情況不同，會有季節性狀態，像剛才老師講的，對一個地區可能剛好就是讓藻類可以長得剛剛好，配合它的季節。生物課本都會講，生態要維持完整性，當棲地被破壞後，變成破碎性時，其實就是慢慢把生態的環境趨向於另一端、越來越不好的狀態。我想問一個最那個的問題，我們對陸地上的東西，都有水質保護區，會有個範圍，就是對於這邊所有的，你光保護水質就有一個範圍需要守護；那對於藻礁生物，它的來來回回到底在哪裡，應該要多少公里的範圍才能讓生物在那裡可以悠然？大家其實裡面很多生物來來去去都

不太曉得，這可能會有一個需要去討論的空間。對於我們自己提出藻礁守護這件事，我們叫公投這件事，因為我們不是不保護藻礁，是因為破壞在即，且中間經過非常多記者會，所以保護藻礁最快應該是把直接破壞它的東西先移除。

**Q：**我是中研院退休研究員謝蕙蓮。我提出來的幾個問題，我有放在 **slido** 上面：

- 1.生態系統的服務牽引著人類福祉，包含人類以及眾生，因此環境保護及經濟發展不能對立，而需相輔相成。
- 2.國家需建立能提供科學數據的專家系統，以做決策依據。
- 3.推動德先生與賽先生的公民教育。

生物多樣性或藻礁生態系，服務價值是多元的，對人類福祉貢獻是多方面的；一個生態系的服務，對人的福祉包括經濟發展，也包括生態系統提供的各類生物多樣性的福祉。這變成我們在考慮經濟發展跟藻礁保護時，要做什麼取捨。不是二選一，而是共同共融共好的取捨，裡頭蠻重要的是科學證據，正確的科學證據的提供，不是只有感情上價值的判斷，還要有理性的客觀公正的科學數據，提供給全民評估，還有決策；人民在投票時也是在做決策，應該依據這兩個，理性跟感性的做權衡取捨。裡頭我覺得目前比較缺乏的是海岸輸沙、海岸工程對生態系的影響還沒看到，海岸輸沙、流況這方面專家來幫我們解讀大潭藻礁這邊海岸輸沙的問題。

**林幸助老師：**我的問題應該是最多的，我嘗試回覆。第一位發言者問的是水下生態如何調查，標的不同、方法不同是不是不同，那當然。調查誤差可能性是怎樣。觀塘工業區濁度實在太高，最好方法是潛水去調查，可是因為能見度很低，大概需要很多人手、很多時間，才有辦法詳細調查。現在有些科技方法，像側掃聲納、水下 **RV**，都可以用。實際上做這些，看你是要，如果是要看微尺度，就要貼很近慢慢做。這些都有可能誤差，但至少資料可以看。調查報告，我剛剛引用的全部都是環保署資料，上環保署網站就可以找到。林俊全、林綉美老師的報告，這是我跟作者本人要的，你也可以跟他要，他如果願意給你，你就可以看到。我為什麼蒐集這些資料，因為藻礁議題是大家關心的，我有責任跟義務去了解這一兩年的報告。母體界定我非常同意，比如說我們做的就會是整個潮間帶，從高潮線、中潮位、低潮位，我們做得會比較全面生物多樣性，藻類、鳥類等，在 **2014** 年濕地學會報告都有寫。像溫老師如果是做比較下潮帶的，潮池的話，而且是魚類，他能講的就是魚類的故事。聲景，無法辨認動物種類，大概就是從聲音豐富度判斷，不過都有限制性。至於你說我不了解中南部空污問題，等下莊秉潔老師會來，他是專家，我們應該尊重專家意見，讓他表示意見。至於荒野保護協會會長所提，同意你說特殊樣貌會有一些歧異度越高、異質性越高，生物多樣性越豐富。但實際上保護範圍，多少公里，以桃園大潭藻礁，你看它露出時間才六年，只露出六年時間就可以看到有些生物在上面，種源從哪裡來？就可能從隔壁，比如說觀新，或更北一點，許厝港，可能飄過來。大部分海洋生物幼生是漂浮型的，會隨海水飄過來。觀新藻礁露出時間不到 **20** 年，生物可能更豐富，從哪裡

來？有可能從南邊，比如說新竹新豐，或許厝港。這些生物幼生都是漂浮在水中，適合的棲地、環境當然就會，我們叫做找一個棲地然後附著、居住。以上。

**溫國彰：**先回覆水下調查有無統一，我們接林務局計畫時，看一下潮間帶，發現真的不容易找到過去熟悉的調查方式，所以我們用了問漁民用什麼方式抓魚，用刺網，刺網還會纏在藻礁上，還要用不同方法設計，才把林子皓老師拉進來。我們對生態系不了解情況下，如果只用過去簡單方式調查，完全是低估或錯估資料，像許老師提到，如果樣本不夠，得到的資料是不夠的。怎麼改善，目前只知道陳老師勇氣夠去浮潛，那邊浪真的很大，下去都有犧牲的可能性。有沒有辦法處理，我覺得我們用耳石跟深井是目前能產生的方法。另外大家講藻礁生態，我們採樣方法目前是講潮間帶，會有潮高差別。因為潮間帶光是-150的低潮程度，就跟-100不一樣。如果今天用-150講，其他老師用-100談，是完全不同生態系。甚至我們還有到水下，剛剛還沒講到水下，目前水下就是漲潮時放刺網收到些魚類。所以我們對於桃園藻礁生態都不了解，應該多投入觀新或大潭，而不是用現在薄弱的資料來定環境生死，這是我的想法跟解釋。

**林子皓：**呼應剛剛兩位老師講的，第一，從我們森林部分可以看到當地不管在不同測點或季節或潮汐，變動都這麼大，還不要講到標的不同問題，光是母體變動這麼大，要怎麼做，要更大量去做。可是現在所有開發案每次都是非常緊急，時間不夠，沒有替代方案，什麼時候我們才有足夠資源跟時間去回答這些問題？我個人角度會覺得，我們當然可做到好來評估，可是這是現在議題需要解決的嗎？看來完全無法回應經濟部期待，因為時程上就有很大問題。所以現在不管是林老師或其他團隊的研究，方法都有很大缺陷跟限制，但要盡量把大家不同的地方拼起來，看現在的特性、風險是什麼，哪些風險是現在無法回答的，如果我們要在不清楚風險的情況下，像剛剛許老師說的，到底工業開發會不會造成藻礁是可以回復的；可是如果不清楚風險，要考量是誰決策的、他要不要做這個決定。以生態專業來講，經濟發展跟生態保育共融需要科學證據，但我們不是判斷能不能開發的人，我們只是把科學證據拼在一起，告訴你現在其實都不了解。大家要認知這地方還需要很大的努力，才有辦法像珊瑚礁等生態系，能稍微知道它的狀況。現在是什麼都不知道就要開發，真的是好的嗎？這是需要大家思考的。

**李根政：**這一輪現場提問到這邊，接著請璽尹說明線上提問。

**陳璽尹：**今天問題不一定今天就有解答，希望先記錄下來、持續蒐集。我先挑有辦法就研究回答的。第一個是對溫老師：**1.**在您的魚類研究中，**70-80%**的資料來自漁民，您怎麼驗證這資料的準確性？您也知道漁民會告訴您，那個地方比較有魚。您往漁民指的永安，大潭 **G2** 採樣，是不是已在樣區間做了偏好性的取樣？**2.**您的魚類樣品來自丁香油麻醉，以刺網捕，以竿釣等不同漁具/漁法所加總的數量，及魚種做分析，請問，您對這多種方法的權重為何？



**溫國彰：**漁民是幫我們收資料，我們去把樣本拿回來，所以除非你們說我們不會鑑種魚，不然就是我們來鑑，他們採集，我們鑑種。每個樣點 effort 不同，沒錯，因為當地漁民數量跟採集數量不同，但問他他會說某些地方就沒有魚，你又沒有付我錢，他不是我們付錢請他去採，是他們在做沿岸原本的漁業活動，我們把資料蒐集過來，所以確實某些地方的 effort 不夠，原因是他們說那邊沒有魚，我們就用稀釋曲線比較。再來比較這幾個地方差別，我們發現丁香油因為能做稍微定量；然後潮池都是-150 在各個地點比，所以我們絕對不會好像要操作資料，某些地方選-150、某些地方選-100，都是用一樣潮高的位置做資料比較。那釣客、漁民的資料，就是用稀釋曲線，這個研究方式其實研究文獻裡都有提到，因為採樣、effort 的差異，所以透過稀釋曲線，我們提到它其實是一個 individual based 的分析方式來看多樣性差異，所以我們單純是用漁民資料來做多樣性差異。然後，喔我忘了提到，釣客的部分當然深度會比較遠，所以我們確實在釣客的資料會發現他跟刺網不一樣，因為他會跑到比較深的地方，但我們的釣客都來自這幾個點，資料都有寫說釣客、漁民在這幾個樣點的比例確實是不同，這是我們目前缺乏的。也許今天有一個經費讓我們雇 250 個漁民在這幾個點頻繁調查，這資料就可以做定量比較，目前只是做多樣性比較，謝謝。

**陳璽尹：**現在有一個問題，三位老師都可以回答。剛剛談很多觀新跟大潭或觀新跟其他生態系的比較，現在這個問題是說，三接蓋好後，對於生態的影響，現在能評估嗎？如果無法，需要什麼資料才能協助評估？這些資料有蒐集嗎？可能取得嗎？或是需要多少時間？請老師們稍做回應。

**溫國彰：**我的報告有提到，除非今天真的蓋了三接，否則大家還是只能推測。我推估方式就是拿永安來推估，魚類組成不一樣，今天蓋了永安，魚類就是岩礁性或珊瑚礁，看不到藻礁的特殊種。林幸助老師有做比較說，藻礁沒有特殊魚類，對，但是許皓捷老師講的，藻礁有特殊的魚類組成。我們發現裡面有珊瑚礁魚種跟岩礁魚種，如果今天拿魚類組成做多樣性比較，會看到藻礁是自己一群的。當然你可以說台灣岩礁保留、珊瑚礁保留，把藻礁全部去掉，會不會有任何魚種消失？不會。但你保護了藻礁，某程度岩礁跟珊瑚礁魚種都在裡面，這是我要解釋的部分。有沒有辦法推估，我覺得至少在我的能力範圍裡，大概無法預測三接有什麼影響。像謝老師說的，去輸沙做比較，這很重要，現在講沙埋什麼的，都還在潮間帶，亞潮帶過去，沙埋埋到那邊，現在大潭還是沙埋，埋在最上面，這些沙當初變化是什麼，有沒有科學資料去討論，是不清楚的。

**林幸助：**三接蓋好對生態的影響，因為現在已經施工兩年半，而且 G1、G2、G3 該迴避的都迴避了，目前看來沒有太大影響。所以怎麼去，這些資料從環保署網站有定期，因為這是環評承諾事項，所以會公開，各位有興趣都能上環保署網站拿到。用永安推測未來結果，我覺得這畢竟不同，因為永安在南部，桃園藻礁在北邊，氣候區不

同，魚當然就不一樣。從邵老師幫大潭電廠做了很多年汲取、撞擊魚類研究，那時想了解的是整個從群聚角度來看，到底這個大潭電廠或觀新藻礁，到底魚類組成受影響程度，從結論看來，魚類組成也沒有像溫老師所說有什麼特殊的地方。可是何況觀新藻礁，如果能持續維護得很好，其實就是保護區外溢作用的效應。順便回應林子皓老師提到的，國內最大影響魚類重要因素就是過漁、抓了太多魚，如果能利用機會把漁業權拿掉，那不是更好嗎？另外其實現在觀新、大潭也好，或觀音工業區、白玉，最重要問題，污水不是從管道排的，而是非法偷排，非法偷排大概不是一般正常管道能解決，有賴於巡守隊，或真正的有效管理。保護區能否真正復育，我們要談的是復育而非保育，因為它已經被破壞過，如何嚴格抑制污染偷排的廢水，有賴於有效管理，才有辦法做得到，以上，謝謝。

**陳璽尹：**剛剛提到保護區外溢的概念，它會發生是，我們有任何資料說它會或不會發生嗎？

**林子皓：**如果今天完全禁止魚類捕撈，例如德國有些風場，完全禁止漁業，確實有對當地產生正向結果，但這跟風場結構本身沒有關係，是因為禁漁。三接跟工業港蓋了之後的確某程度限制漁業行為，可是近年西部，難道漁民真的每天等在港口這邊？我在現場看到的狀況，大家還是圍繞傳統河口生態系或高生產力的生態系去跑。而且剛剛談到很多，消波塊、人工結構物營造的環境跟自然藻礁環境就不一樣，支撐的生物群聚也不同。像我提到的，這個群聚真的能符合當地漁業需求嗎？還是改變當地生態動態變化？後面衝擊是什麼？需要多少努力量才能驗證？如果已經執行了、發生衝擊了，到底誰來釐清問題的責任？現在無法預知的情況下，要做這麼高風險的問題嗎？

**陳璽尹：**林幸助老師說大潭藻礁露出時間不到六年，slido 上問說有什麼樣的調查數據嗎？

**林幸助：**從林俊全老師衛星影像沙埋分析可以看到，2015、2016 年因為兩個颱風，把原來沙埋的沙吹掉之後，2017 年才裸露出來。保守從 2017 年到現在，大概就是 6 年，才露出來，才開始生態。

**林子皓：**我剛剛看到有一個地方很有趣，2010 年那個時間點，有兩年在 G2 的覆沙率只有 20-30%，這是林俊全老師，我只看到圖顯示的，我也是不太知道，因為覆沙是一個動態變化，這樣說六年的依據好像不是很完整。

**陳璽尹：**許皓捷老師，現在有可能看到任何一個野外研究，不只是生態的野外研究，還有很多研究有隨機問題，真的有可能隨機取樣嗎？

**許皓捷：**當然有可能，在忘了多久以前，五、六年前，台灣有鼬獾狂犬病問題，林務局想在全台灣山區監控野生動物，那時候做了隨機選取，是我做的，就隨機地選取 100 個網格，由林務局人員進去架設自動相機拍照，到目前還在收資料。那就是隨機，在 GIS 上隨機篩選樣點。篩出來不管是否容易到達，就是丟給林管處負責，所以的確做得到。

**溫國彰：**剛剛也有人問到海洋生物可否隨機，如果今天提供足夠經費、人力，可以做到類似，像澳洲有個研究在海岸做隨機，一樣在地圖上先選，可是增加的人力差很多，可是結果是一樣的，如果生物分佈是隨機，拉穿越線跟隨機得出的結果是一樣的。如果統計學家要針對隨機，電腦工程有一個講法是，你的電腦隨機表不是隨機表，拉出來的資訊還是跟電腦設計有關，所以也不是隨機。如果要追求隨機，很多研究解釋，是用字問題，我們用字不能說隨機，要說我主觀走到這裡採集，用詞確實要調整，可是如果結果跟隨機一樣，如果今天生物像許老師說的分布，拉上去統計也是隨機，所以已經有很多海洋科學討論隨機問題。如果要增加隨機的操作的話，可能給兩千萬，我們兩百個人跳下去，不要說隨機，可能整個藻礁都可以採樣完。

**林幸助：**漂沙問題，建議林子皓老師詳細看林俊全老師報告。溫老師做的漁業研究，我第一份工作做漁業調查，研究台中火力發電廠對漁民影響，比較嚴謹做法會跟著漁民出海，抓到什麼魚就紀錄，才能避免誤認或漁民虛報，應該理論上要跟著去詳實紀錄，資料才會比較可信。

**陳璽尹：**Slido 上面還有很多問題，今天無法處理，大家也可以看到今天場次如果要討論，可能三天三夜都不會結束。Slido 上面的問題會給老師們，老師們可以繼續用文字回應。

**李根政：**今天整個生態場提到蠻多問題，相信大家一下子可能無法完整思考到底有哪些問題，我們有整理一個表單，表單有連結，有會議記錄、也有爭點，都可以在會後提供在議程網站上。Slido 上提問相當多，很難一一聚焦要哪幾位學者一對一回應，今天好像只是提出問題，還無法完全做到聚焦討論。抱歉受限於時間，這是第一次辦，第一次有這麼多學者願意上來對話，難得的機會。謝謝四位學者的報告，第一場先到這邊。