

【文／課程及教學研究中心副研究員 葉家棟、
臺北市立復興高中生物教師 杜恒欣、
國立中和高中生物教師 陳欣怡】

在國家教育研究院「101－105 年海洋教育執行計畫」中，針對海洋教育能力指標：4-5-1 瞭解地球形成過程中原始海水產生的機制與成分，4-5-3 瞭解海洋仍有許多未知的奧秘，5-5-12 瞭解海洋環境變遷透過使用對生態環境的影響，並提出因應對策，及 5-5-13 評析海洋環境之倫理、社會與永續發展議題，高中化學學科提出的教案設計架構如下：



根據上述的架構及議題討論方式，可設計成二個階段的教學內容。

一、講述海洋化學資源及其汙染對人類的影響

海洋化學資源（如磷、食鹽、氯化鎂、溴、鎂鹽、海洋深層水、海底甲烷冰、鈾等）蘊藏豐富且具有獨特性，有些品質甚至勝過陸地化學資源（如鎂），這些對人類都是非常重要的資源。由於人類毫無節制的開發及使用，所製造出來的汙染問題，不僅危及人類在陸地上的生存，也破壞了海洋生態的永續發展。現以磷為例，說明化學資源及其汙染對人類的影響。

全世界的磷礦藏量，若不考慮無法開採與沒有經濟效益的礦藏，以目前的使用速度來看，還能用上數十年。

磷是維持大米、玉米、小麥和其他穀類植物生長所必需的肥料成分。但是，磷肥施用和作物土壤實際需求不符合時，沒有產生實際效益，反而浪費資源，同時造成環境汙染。當作物生長不需要

這麼多磷，磷進入土壤後，形成難以溶解的磷化物，在土壤中積累，對土壤結構有負面影響，造成對其他營養成分的吸收障礙；當磷被逕流帶走，流入湖泊和海水之後，會造成藻類（algae）和藍綠菌（俗稱藍綠藻，blue-green algae）大量繁殖，它們死後沉到水底，分解並消耗氧氣，其他生物能用的氧氣就不夠了，因此形成「死區」（dead zones），並讓漁業耗竭。這種水環境磷含量過高而導致水質優養化現象已成為全球性問題。

如何讓磷資源永續利用及解決水質優養化問題？解決這個問題可運用回收、再利用的策略。由於目前磷的回收的成本仍較磷礦開採要高得多，且磷的回收產品的經濟價值不具有競爭性，因此磷的回收產業發展緩慢。如果能將污水除磷和磷回收結合起來，磷的回收可以減少排入水環境中的磷濃度，減輕水質優養化；並且使回收的磷產品有一定經濟效益，不僅有望降低污水處理的成本，而且實現磷資源的永續利用。

二、進行小組討論及報告

小組討論的問題包括：（1）人類的廢棄物（垃圾）汙染對海洋造成那些影響；（2）海洋汙染中你認為那一種最嚴重？並請說明原因；（3）日常生活中的有那些行為，會對海洋造成汙染？並請說明汙染後的影響；（4）在學過永續發展的概念後，我們應該改變那些生活習慣，才能實現海洋資源的永續發展。各組歸納組內意見後，派代表於講台上發言，發言完，他組同學可提出問題或質疑。最後，老師以廢棄物管理的 4R（即減量使用、重複使用、循環使用、回收處理）作為教學總結。