

運用全球海洋微生物調查資料庫解析文蛤養殖環境微生物結構與功能之研究

黃慶輝、吳嘉哲
水產養殖組

在我國，文蛤作為重要的養殖貝類已有數十年的歷史。然而，每年的 3、6 和 9 月，文蛤死亡率常呈偏高情況。初步的推測認為，這可能是由於季節變換導致氣溫劇變、養殖密度過高、水質惡化或疾病等因素所致。為深入了解這些情況，本研究計畫定期採集文蛤養殖池水樣本，並嘗試運用新型的定序技術來分析水中微生物的組成，配合全球海洋微生物調查資料庫，以探討菌相變化與時間的相互關係。

本研究使用 PacBio 定序方式對文蛤養殖池水樣品進行分析，以解析其菌相組成與時間關係 (圖 1)，6 月 8 日之後厚壁菌門 (Firmicutes) 物種數量顯著增加，尤其是 *Tumebacillus soli* 及 *Neobacillus bataviensis*。同時，利用海洋生物多樣性資料和菌相功能資料，分析池水中的核酸序列，以瞭解文蛤養殖季節性損失的原因。此外，透過定序技術，本研究還將深入解

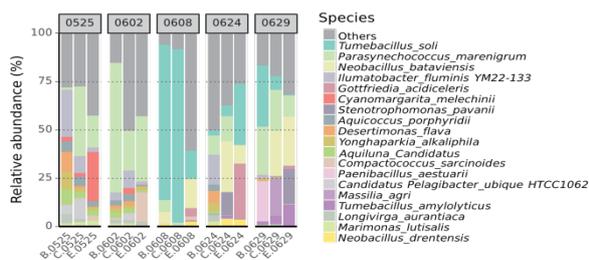


圖 1 雲林 3 文蛤池時間序列菌相分析，上方灰色空格內數字為日期，右邊為顏色所對應之細菌物種，橫軸為 3 文蛤池時間序列，縱軸為相對豐富度

析文蛤養殖池中微生物的組成，包括物種鑑定和菌相代謝功能的預測等，完成相關分析 1 式。對於雲林文蛤養殖池的資料而言，BioENV 測試顯示，溫度、鹽度、pH 值和溶氧等多重環境因子與菌相呈現顯著相關。同時，由 FAPROTAX 菌群功能預測顯示，隨著養殖時間的推移，固氮作用細菌的比例減少，而脫氮及硝酸鹽呼吸相關的細菌比例則增加。

運用定序菌相結果進行 db-RDA 分析 (圖 2)，不同顏色的點代表不同日期的樣本群 (Group)，並以紅色代表為統計上具有顯著性影響的環境因子，箭頭長度顯示環境因子對細菌物種影響程度，箭頭間夾角可代表環境因子之間的相關性，銳角為正相關；鈍角為負相關。菌相中與環境因子有明顯相關的菌種有：(1)*Tumebacillus soli* (溫度、溶氧、亞硝酸根離子)、(2)*Neobacillus bataviensis* (pH、鹽度)、(3)*Parasynecococcus marenigrum* (磷酸根離子)、(4)*Ilumatobacter fluminis* (磷酸根離子)。

本 (112) 年度於養殖場實地進行水質樣本與採集，瞭解養殖現況，並將菌相比例消長配合環境因子分析，瞭解兩者之間的關係，探討實地養殖過程中之菌相變化。但本年度發生養殖戶後續配合度降低或是提早收成以致於樣本收集時間較短等問題，需再加強與養殖戶之聯繫瞭解養殖戶狀況，改善樣本收集效率。

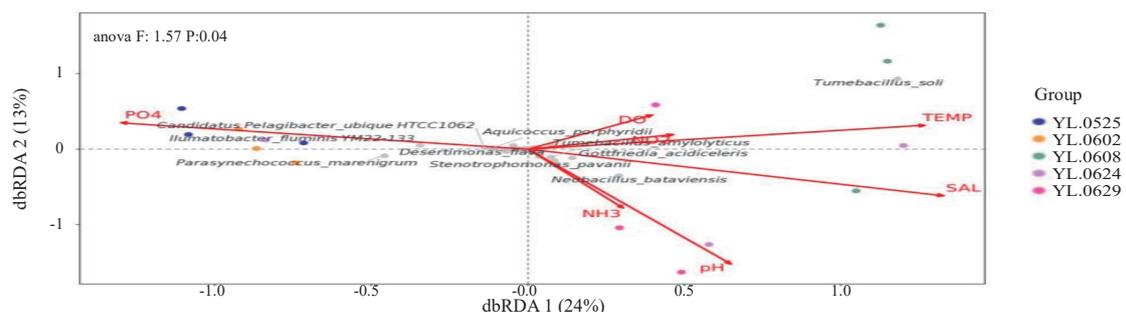


圖 2 運用定序菌相結果進行 db-RDA 分析，其為線性模型，評估組間環境因子與物種關聯，橫軸與縱軸表示不同之線性組合係數 (dbRDA1 及 dbRDA2) 以及解釋變異量百分比