

建立臺灣養殖漁業碳排係數

謝淑秋¹、楊少鈞²、黃致中¹、胡依婷¹、林幸助²、許晉榮¹

¹ 海水養殖研究中心、² 國立中興大學

全球暖化以及氣候變遷威脅不斷增加，主要源自於溫室氣體濃度快速累積，全球農業的溫室氣體排放占總量約四分之一。近來水產養殖技術不斷發展，其產量已經超越沿海近海捕撈漁業，成為重要水產蛋白質來源，國內水產養殖面積約 4 萬公頃，年產量 30 萬公噸，產值新臺幣 300 億，然而臺灣水產養殖生產過程之溫室氣體排放尚未被仔細研究量測過，尚缺各種水產養殖之排放係數，亟需補齊國內本土資料以銜接國際趨勢。

本計畫主要根據養殖水域生態系統學理依據，建立可實際應用於國內養殖案場的本土排放係數，本 (112) 年度以臺灣海水養殖面積最大的文蛤 (*Meretrix taiwanica*) 及虱目魚 (*Chanos chanos*) 為測量養殖周期碳收支的目標物種。使用浮體罩蓋法測量魚塢水體與大氣介面的二氧化碳、甲烷與氧化亞氮通量，並根據魚塢水體表層的溶氧量變化計算系統呼吸量、總基礎生產量與淨系統代謝量，再

藉由收集土壤沉積物估算以沉積物形式輸出魚塢水體的碳。最後，考慮水體生物代謝、甲烷通量與土壤沉積造成魚塢的碳交換量，初步計算各魚塢的碳通量能力。

研究結果顯示，虱目魚和文蛤養殖池水體與大氣介面的平均二氧化碳當量的總溫室氣體通量分別為 -1.057 與 -0.304 gCO₂e·m⁻²·d⁻¹ (表 1)。嘗試建立各魚塢的碳收支 (CB = IW + GPP + FD - GHG - SA - ER - OW)，兩種養殖物種的魚塢在養殖期間皆為碳源而非碳匯，且飼料投入與土壤沉積分別在碳輸入與輸出途徑中佔比較大，但水體浮游藻類對於水體的碳吸存仍有貢獻 (表 2)。最後計算出虱目魚與文蛤單位養殖生物產量的碳排放係數分別為 0.095 與 0.102 kg CO₂e/kg，即每公斤漁獲量所排放的二氧化碳當量。此排放係數可用於計算未來單一物種養殖的碳排量，提供了未來單一物種養殖魚塢減碳及碳匯的基線資料。

表 1 虱目魚與文蛤養殖系統各魚塢水體與大氣介面之二氧化碳當量(CO₂ flux)、甲烷通量(CH₄ flux)、氧化亞氮通量(N₂O flux)及二氧化碳當量的總溫室氣體當量(Total CO₂e flux)

| 物種 | 組別 | Total CO ₂ e flux (g m ⁻² d ⁻¹) | CO ₂ flux (mmol m ⁻² d ⁻¹) | CH ₄ flux (μmol m ⁻² d ⁻¹) | N ₂ O flux (μmol m ⁻² d ⁻¹) |
|-----|-----|---|--|--|---|
| 文蛤 | 對照組 | 0.512±0.494 ^a | 12.313±11.381 ^a | -92.052±140.729 ^a | 0.868±3.887 ^a |
| | T1 | -1.038±0.613 ^b | -20.695±12.883 ^b | -87.468±121.233 ^a | -7.450±9.330 ^b |
| | T2 | 0.126±0.374 ^{bc} | 3.512±7.749 ^c | -88.138±164.868 ^a | 0.818±5.740 ^a |
| 虱目魚 | 對照組 | -1.020±4.130 ^a | -19.880±95.390 ^{ab} | -19.970±17.950 ^a | -11.660±40.520 ^a |
| | T1 | -1.640±0.790 ^b | -30.540±16.460 ^c | -208.840±623.870 ^b | -14.560±24.710 ^a |
| | T2 | -0.350±1.630 ^a | 3.060±12.950 ^a | -24.910±29.570 ^a | -38.180±134.600 ^a |
| | T3 | -1.180±1.460 ^{ab} | -20.640±25.860 ^{bc} | -30.670±43.000 ^a | -21.570±40.360 ^a |

表 2 虱目魚與文蛤養殖系統各魚塢碳收支

| 物種 | 組別 | CB | GPP | ER | GHG | SA | FD | IW | OW |
|-----|-----|--------------|-------------|--------------|--------------|--------------|-------|---------|----------|
| 文蛤 | 對照組 | -0.658±0.187 | 0.175±0.076 | -0.185±0.077 | -0.001±0.002 | -0.537±0.159 | - | - | - |
| | T1 | -0.872±0.342 | 0.73±0.75 | -0.64±0.78 | -0.005±0.004 | -0.850±0.325 | 0±0 | 0.00001 | -0.00002 |
| | T2 | -0.627±0.221 | 1.74±0.64 | -1.72±0.78 | -0.001±0.002 | -0.578±0.220 | 0±0 | 0.00001 | -0.00003 |
| 虱目魚 | 對照組 | 0.444±0.149 | 0.093±0.058 | -0.102±0.068 | -0.005±0.010 | -0.372±0.138 | - | - | - |
| | T1 | -1.271±3.129 | 4.13±2.31 | -4.36±2.79 | -0.010±0.008 | -1.830±3.052 | 0.680 | 0.00001 | -0.00003 |
| | T2 | -1.750±1.676 | 4.71±2.74 | -4.88±3.36 | -0.018±0.024 | -1.868±1.666 | 0.262 | 0.00001 | -0.00001 |
| | T3 | -0.855±0.965 | 3.47±2.04 | -3.69±2.62 | -0.011±0.016 | -1.199±0.976 | 0.456 | 0.00001 | -0.00001 |