



臺灣周邊海域杜氏鰺生殖生物學研究初探

鄭力綺、吳伊淑、翁進興
水產試驗所沿海漁業生物研究中心



前言

杜氏鰺 (*Seriola dumerili*) 俗稱紅甘或紅甘鯪，廣泛分布於大西洋、太平洋及印度洋的溫、熱帶海域，為鰺科魚類中體型較大的高度洄游性魚類，最大體長、體重達 190 cm TL、80 kg (Corriero et al., 2021)，主要棲息於礁岩或有漂流物聚集的區域 (Mammel et al., 2022; Mammel et al., 2023)。在臺灣地區的商業 (傳統) 漁業及休閒船釣等產業中，均為重要的目標物種，捕獲漁法包括延繩釣、一支釣、拖網、流刺網、圍網及定置網等。由於其經濟價值高、成長速率快，過去曾為澎湖箱網養殖產業中重要的放養物種 (Lu et al., 2012)。然而，受梅氏新貝尼登吸蟲 (*Neobenedenia melleni*) 及鰓吸蟲 (*Zeuxapta seriola*) 等寄生蟲感染問題，該物種的養殖產量已大幅度下降，目前市場供應仍以傳統漁撈為主 (Lu et al., 2012)。

近年來受氣候變遷、棲地環境改變與漁獲壓力等影響，根據漁獲查報資料顯示，杜氏鰺年產量自 2014 年的 0.64 公噸增加至 2019 年的 429.03 公噸，隨後下降至 2024 年的 275.48 公噸，呈明顯的年間變動 (Fisheries Agency, 2025)，針對該魚種的生物參數建立、系群動態及洄游分布等研究日益重要。然而，過去文獻主要在衛星標識

(Tone et al., 2022)、漁業資料應用 (Mammel et al., 2022, 2023) 及攝食生態 (Mammel et al., 2024) 等方面著墨；資源評估與監測所需的生物參數，如生殖季節、性成熟體長、年齡組成及成長參數等資訊仍相當匱乏。因此，本研究整合生殖腺外觀形態、組織切片、生殖腺指數、卵徑頻度及成熟度等生殖生物學分析，探討臺灣周邊海域杜氏鰺的生殖期及性成熟體長，作為後續漁業資源管理政策擬定參考。

材料與方法

一、樣本採集與基礎生物學資料建立

按月在魚市場或向標本戶採集目標魚種 30 尾以上樣本。攜回實驗室後依序編號，量測體長、體重、生殖腺重及肝重等資料，生殖腺使用 10% 福馬林保存，作為後續生殖發育分析使用。以迴歸方程式分析體長體重關係式 ($BW = a \times FL^b$ ，BW 為體重 (g)，FL 為尾叉長 (mm)，a、b 為參數) (Schneider et al., 2000)，以最大概似比 (Maximum likelihood test) 檢定雌、雄魚的成長差異，同時繪製月別體長頻度分布圖，並以 Kruskal-Wallis test (K-W test) 比較月間或區域間 (西部、東部及東北部) 漁獲體型差異。性比係以雌魚佔總樣本數之比率計

算，同時進一步分析月間性比變化，公式為性比 (%) = 雌魚數量 / (雌魚數量 + 雄魚數量) × 100%。

二、生殖發育分析

考量魚類在生殖季節中卵巢各部位發育可能有差異，故先隨機採取 5 尾魚，每尾魚之卵巢分成 6 個部位，各部位採 0.05 g 進行卵徑測量及卵粒計算，再以雙向變方分析法 (Two-way analysis of variance) 檢定其同質性，並擇定取樣區域。由量測的生物參數，計算魚體生殖腺指數 (Gonadosomatic index, GSI)，公式為：GSI (%) = 生殖腺重 (g) / 空腹重 (g) × 100。參考 Hamada and Soyano (2009)、林 (2007)、羅 (2010)，由生殖腺外觀形態及組織切片觀察，將雌魚生殖腺發育分為未成熟 (Immature)、成熟中 (Maturing)、成熟 (Mature)、和萎縮 (Spent) 等四個階段；雄魚則分為未成熟 (Immature)、成熟中 (Maturing)、成熟 (Mature) 三個階段，並分別計算月間不同發育階段的比例。最後，整合目標魚種生殖腺指數、成熟度月別變化趨勢、性腺外觀形態及組織切片觀察結果，進一步推估其生殖期範圍。

三、50% 性成熟體長估算

依據生殖季節中不同體長級距間性成熟魚比例 (Murua et al., 2003)，以邏輯 (logistic) 曲線公式： $Pr = 1 / (1 + e^{-(a+b \cdot FL)})$ 繪製性成熟體長分布圖，以 $Pr = 50\%$ 代入式中估算雌、雄魚 50% 性成熟體長，其中 Pr 為成熟率 (%)， FL 為尾叉長 (mm)， a 、 b 為參數 (Kimura, 1979)。

結果

一、基礎生物學分析

2025 年 1 – 10 月共採集杜氏鰱樣本 368 尾，雌、雄魚分別為 186 尾及 171 尾，無法辨識性別者為 11 尾 (表 1)。總樣本性比為 52.10%，與 50% 無顯著差異 ($p > 0.05$)；月別間僅 6 月的性比 (74.19%) 與 50% 有顯著差異 ($p < 0.05$) (表 1)。

雌、雄魚月別平均體長、體重如表 1。雌、雄魚體長與體重相關性經檢定有顯著差異 ($p < 0.05$)，雌魚體長－體重相關式為 $BW = 1.25 \times 10^{-4} FL^{2.664}$ ($n = 186, p < 0.05$)；雄魚為 $BW = 4.40 \times 10^{-3} FL^{2.457}$ ($n = 171, p < 0.05$) (圖 1)。月別體長頻度分布部分，1 – 2 月以 800 mm 比例較高 (60.00 – 100%)，3 – 4 月以 500 mm 比例最高 (58.06 – 70.37%，3 月雌魚 19.35%、雄魚 35.48%、無法辨識性別者 3.23%；4 月雌魚 31.48%、雄魚 33.33%、無法辨識性別者 5.56%)。5 月同樣以 500 mm 比例最高 (42.42%，雌、雄魚各 21.21%)，其次為 800 mm (18.18%，雌、雄魚各 9.09%)；6 月以 600 mm 為主 (46.88%，雌魚 43.75%、雄魚 3.13%)，其

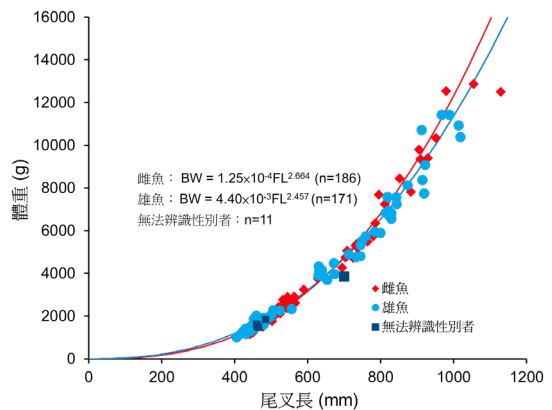


圖 1 杜氏鰱體長與體重關係式

表 1 本研究杜氏鰱樣本平均體長 (FL, mm)、體重 (g) 及性比 (%)

月別	樣本數	雌 魚			雄 魚			無法辨識性別者			性比 (%) 數量
		數量	尾叉長	體 重	數量	尾叉長	體 重	數量	尾叉長	體 重	
1	1	1	769	7670	0	-	-	0	-	-	100.00
2	10	3	846.70 ±179.50	9,446.67 ±7,249.13	7	734.71 ±72.03	5,118.57 ±1,147.47	0	-	-	30.00
3	31	11	589.70 ±198.60	3,633.62 ±3,547.06	19	554.00 ±160.02	3,000.45 ±2,495.57	1	465.00	1,470.00	36.67
4	54	28	525.10 ±149.70	2,494.32 ±2,359.11	23	518.26 ±123.36	2,399.39 ±1,686.50	3	468.67 ±14.15	1,666.08 ±171.21	54.90
5	33	16	610.30 ±168.80	3,894.67 ±3,180.70	17	678.53 ±206.62	4,909.77 ±3,439.40	0	-	-	48.48
6	32	23	635.00 ±155.00	4,084.19 ±2,824.36	8	793.75 ±203.10	6,896.10 ±3,771.72	1	700.00	3,854.00	74.19*
7	26	16	700.70 ±149.70	5,495.94 ±4,325.16	9	691.67 ±95.88	5,024.44 ±1,712.72	1	685.00	4,925.00	64.00
8	62	32	755.10 ±136.50	6,400.00 ±3,569.76	29	684.45 ±63.71	4,665.69 ±1,129.53	1	670.00	5,030.00	52.46
9	62	34	748.60 ±117.90	5,927.50 ±2,862.41	26	701.85 ±115.97	5,086.73 ±2,680.40	2	653.00 ±4.24	4,417.50 ±215.67	56.67
10	57	22	493.00 ±214.40	2,664.12 ±4,179.94	33	406.52 ±94.37	1,211.50 ±1,275.80	2	405.00 ±14.14	1,132.73 ± 166.56	40.00
總計	368	186	648.21 ±184.10	4,596.52 ±3,682.42	171	603.57 ±173.52	3,583.94 ±2,794.84	11	549.27 ±120.86	3,033.23 ±1,690.94	52.10

* 性比與 50.00% 有顯著差異 ($p < 0.05$)

次為 1,000 mm (18.75%，雌魚 6.25%、雄魚 12.50%)。7－9 月以 700 mm 比例最高 (46.77－80.77%)，10 月漁獲體長明顯變小，以 400 mm 比例最高 (70.18%，雌魚 21.05%、雄魚 47.37%，無法辨識性別者 1.75%) (圖 2)。月間體長組成經檢定有顯著差異 ($p < 0.05$)。

進一步比較不同區域杜氏鰱樣本的體長組成，東部海域 (n = 134) 以 400 mm (16.40%) 及 800 mm (16.40%) 比例最高，其次為 700 mm (11.31%)、900 mm (11.87%) 及 1,000 mm (11.31%) (圖 3A)。西部海域 (含離島，n = 230) 則以 500 mm (14.43%) 及 700 mm (14.81%) 比例最高，400 mm 以下比例較低 (1.35%) (圖 3B)。東北部海域 (n

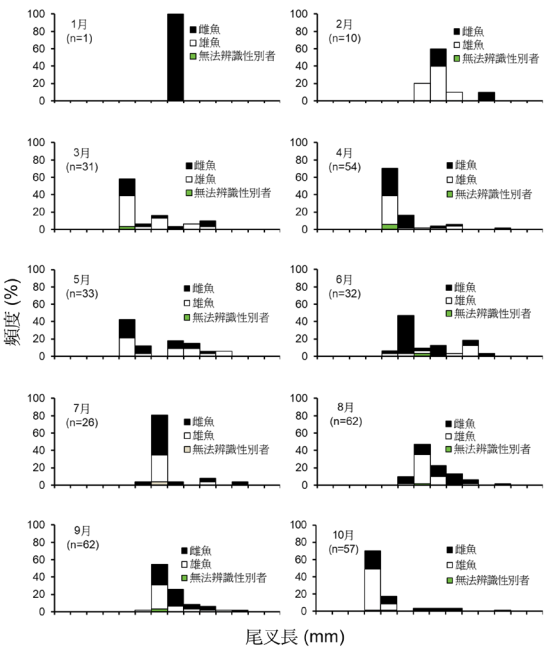


圖 2 2025 年 1-10 月臺灣周邊海域杜氏鰱月別體長頻度分布

= 10) 以 400 – 500 mm (40.00 – 60.00%) (圖 3C)。不同區域間杜氏鰱的體長組成有顯著差異 ($p < 0.05$) (圖 3)。

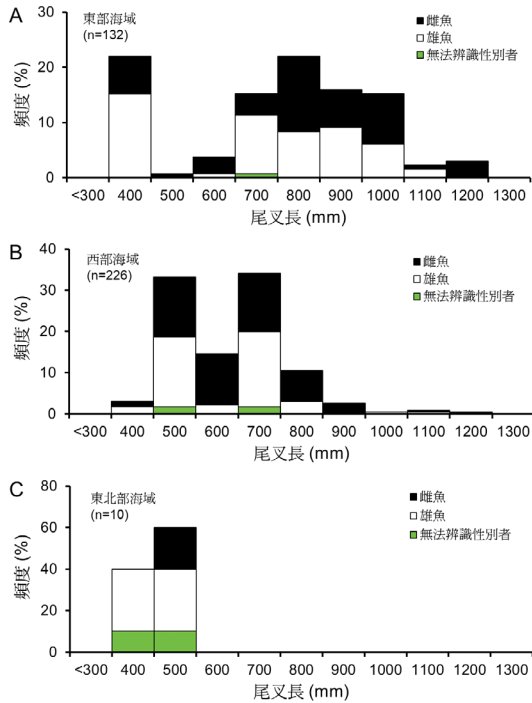


圖 3 2025 年 1-10 月在臺灣東部 (A)、西部 (B) 及東北部 (C) 海域採集之杜氏鰱體長頻度分布

二、生殖生物學分析

(一) 生殖腺指數分析

雌魚生殖腺指數 (gonadosomatic index, GSI) 自 1 月的 0.57 增加至 2 月的 4.23 ± 3.17 ($n = 3$), 為最高值, 隨後下降至 3 月的 1.20 ± 1.61 ($n = 11$), 4 – 10 月維持相對低值, 介於 0.13 ± 0.22 ($n = 22$) 至 0.73 ± 0.93 ($n = 16$) (圖 4A)。雄魚 GSI 自 2 月的 2.89 ± 1.90 ($n = 7$) 大幅下降至 3 月的 0.94 ± 1.97 ($n = 19$), 4 月又增加至 1.29 ± 2.57 ($n = 23$), 5 月後自 0.98 ± 1.01 ($n = 17$) 逐月下降至 10 月的 0.03 ± 0.03 ($n = 33$) (圖 4B)。

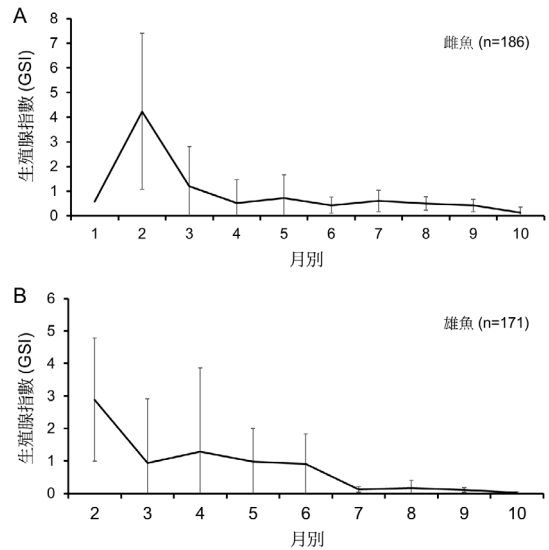


圖 4 2025 年 1-10 月杜氏鰱雌 (A)、雄魚 (B) 生殖腺指數 (GSI) 月別變化趨勢

(二) 卵徑頻度分布

對照生殖腺外觀, 成熟卵之卵徑約為 0.60 mm 以上。月別卵徑頻度分布如圖 5, 1 月卵徑以 0.10 mm 為主 (96%), 2 月以 0.10 – 0.20 mm 比例較高 (49.78%), > 0.60 mm 比例明顯增加, 約為 30.44%。3 月仍以 0.10 – 0.20 mm 比例較高 (38.67%), > 0.60 mm 比例增加至 31.07%。4 月以 0.10 mm 比例最高 (50.00%), > 0.60 mm 之比例下降至 22.00%。5 月以 0.20 mm 比例最高 (20.44%), > 0.60 mm 比例為 35.11%。6 – 10 月則均以 0.10 mm 比例最高 (70.02 – 100%), > 0.60 mm 之比例為 0.00 – 0.63%。

(三) 成熟度分析 (Group maturity, %)

雌魚部分, 1 月為未成熟個體, 2 月成熟魚比例大幅度增加至 66.67%。隨後, 成熟魚比例自 3 月的 27.27% 下降至 4 月的 3.70%, 未成熟比例介於 63.00 – 63.64%。5 月成熟魚比例又開始增加 (18.75%), 6 – 10 月則均由未成熟及成熟中個體組成 (圖

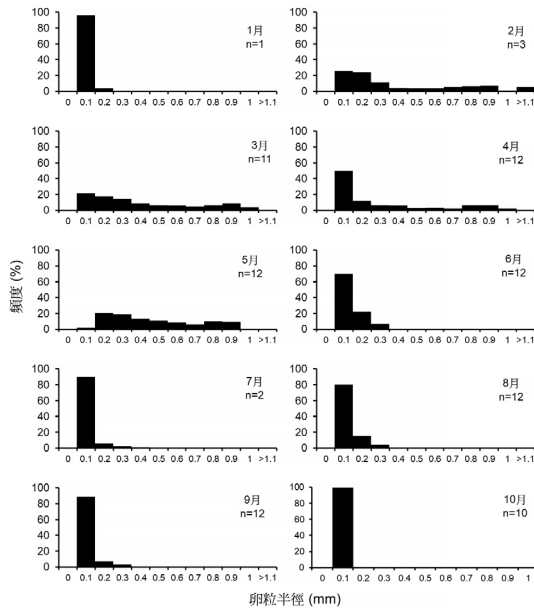


圖 5 2025 年 1-10 月杜氏鰻卵徑月別頻度分布

6A)。雄魚部分，2 月成熟魚的比例最高 (57.14%)，3 - 6 月成熟魚的比例下降為 15.79 - 25.00%，7 - 10 月則均由未成熟及成熟中個體組成 (圖 6B)。

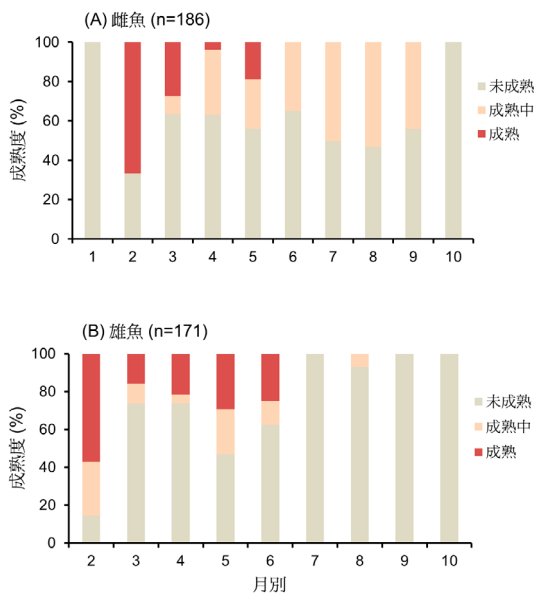


圖 6 2025 年 1-10 月杜氏鰻雌 (A)、雄魚 (B) 成熟度 (Group maturity, %) 月別變化趨勢

(四) 生殖期及孕卵數、單次產卵數推估

整合生殖腺外觀、組織切片觀察、生殖腺指數、卵徑頻度分布及成熟度月別變化趨勢，杜氏鰻的生殖期主要在 2 - 5 月，以 2 月為生殖高峰。另在生殖季節，東部海域 (83.30%) 的性成熟魚比例較西部海域 (16.70%) 高，各區成熟及未成熟 (包含未成熟及成熟中階段) 個體的體長組成如圖 7。孕卵數部分，以組織切片觀察結果，選取成熟階段卵巢 33 幅，體長為 450 - 1,130 mm，體重為 1,535 - 17,800 g，生殖腺指數為 0.43 - 6.79，估計孕卵數為 101,728 - 8,102,357 粒卵，平均孕卵數為 $2,109,352 \pm 2,050,336$ 粒卵。另由生殖腺指數高峰期間選取 15 尾雌魚，體長為 475 - 1,130 mm，體重為 1,579 - 17,800 g，計算單次產卵數為 51,196 - 2,452,109 粒卵，平均產卵數為 $745,701 \pm 710,019$ 粒卵。

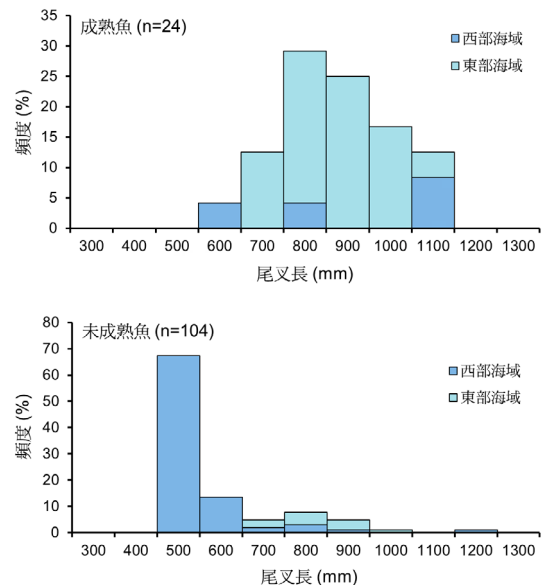


圖 7 杜氏鰻生殖期間 (2-5 月) 成熟魚 (n=24) 及未成熟魚 (n=104) 分別在臺灣東部、西部海域的體長頻度分布

(五) 50% 性成熟體長估算

以邏輯曲線 (logistic curve) 分析不同體長級距之成熟個體比例 (Pr) 與體長之相關性，雌魚為 $Pr = 1/(1+e^{16.18-0.03163 FL})$ ($n = 80$)，50% 性成熟體長為 511.6 mm；雄魚為 $Pr = 1/(1+e^{20.39-0.04023 FL})$ ($n = 74$)，50% 性成熟體長為 506.8 mm (圖 8)。

結語

本研究於 2025 年 1 – 10 月於臺灣周邊海域採集杜氏鰱樣本 368 尾，雌、雄魚分別為 186 尾及 171 尾，無法辨識性別者為 11 尾。

雌、雄魚體長－體重相關性經檢定有顯著差異 ($p < 0.05$)。體長組成具顯著的季間、區域間差異，冬季以 800 mm FL 為主，春季以 500 mm FL 比例較高，夏季以 600 – 700 mm FL 為主，秋季體長較小，以 400 mm FL 為主。區域間，東部以 400 及 800 mm FL 比例最高，西部以 500 – 700 mm FL 為主，東北部則以 400 – 500 mm FL 組成。整合生殖腺外觀、組織切片、卵徑頻度、生殖腺指數及成熟度分析結果，該魚種生殖期為 2 – 5 月，以 2 月為高峰。雌、雄魚 50% 性成熟體長分別為 511.6 及 506.8 mm FL。該研究成果可供後續漁政管理單位相關管理政策擬定參考。

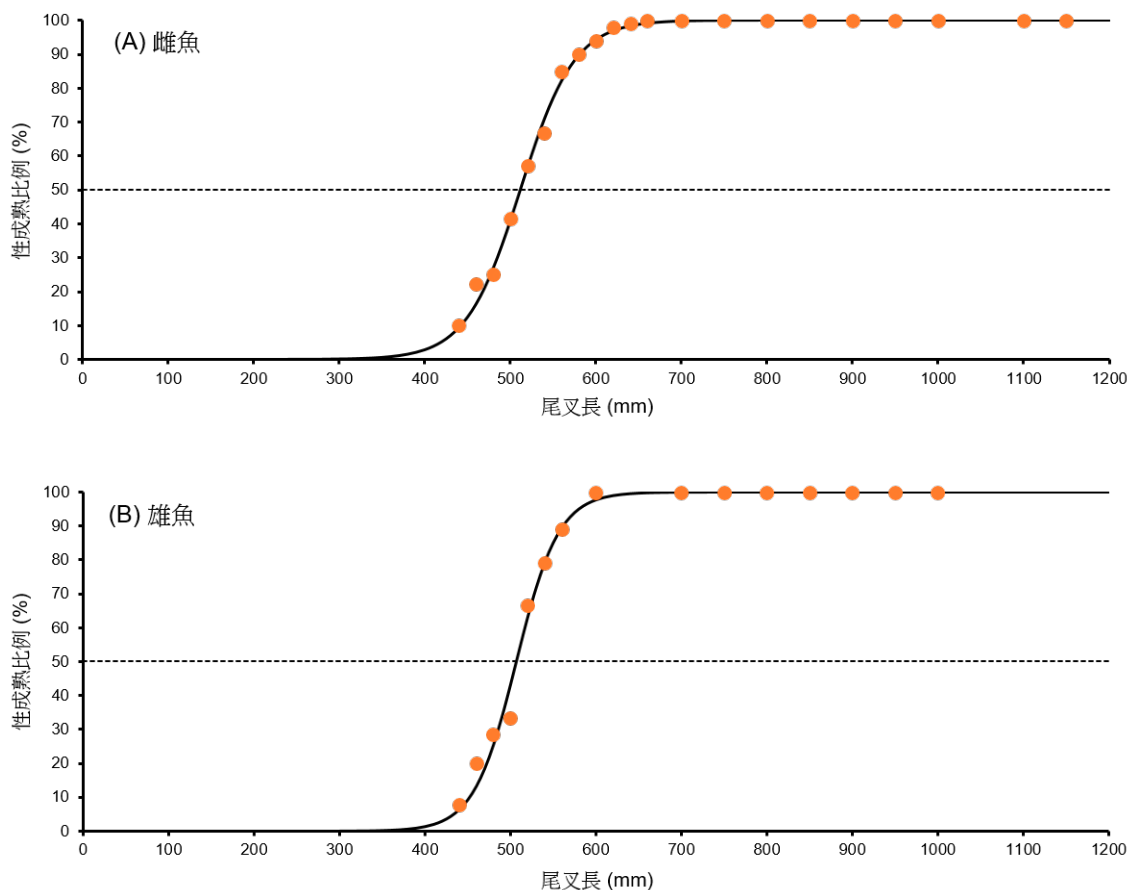


圖 8 杜氏鰱樣本雌 (A)、雄魚 (B) 性成熟體長頻度分布