

Why conjugation? What we found from *Strombidium* sp.?

李孟倫¹、蔣國平^{1,2}、蔡昇芳²

¹國立台灣海洋大學環境化學與生態研究所

²國立台灣海洋大學海洋中心

摘要/Abstract

本研究嘗試了解寡毛目急游蟲屬 *Strombidium* sp. 接合生殖過程，包括外形、纖毛圖示及大小核變化等觀察，並利用此接合過程之外部特徵作為寡毛綱纖毛蟲系統分類之依據。Ota and Taniguchi (2003) 針對舞毛目纖毛蟲 *Pelagostrobilidium* sp. 接合生殖過程做了詳細的描述，另一方面 Agatha and Foissner (2009) 則針對彈跳蟲 *Halteia grandinella* (Müller, 1773) Dujardin, 1841 進行接合生殖過程之觀察。比較此三種不同類群之纖毛蟲可知，開口之寡毛目纖毛蟲與閉口之舞毛目纖毛蟲有著極相似之接合過程，但與彈跳蟲存在著些許的差異。上述結果說明著，儘管彈跳蟲外形與寡毛目纖毛蟲極為相似，但是以接合生殖行為的角度來看，寡毛目纖毛蟲與舞毛目纖毛蟲具有許多相同的祖徵。

纖毛蟲中的四膜蟲，可藉由飢餓六至十二小時的刺激，誘發四膜蟲產生接合行為；但是寡毛目 *Strombidium* sp. 在培養過程中，似乎不是這樣的情形。本研究利用蟲體培養實驗觀察其發生接合的時間點，同時計數培養環境下餌料(細菌)數量。希望能了解接合行為發生的時間與原因，並了解接合行為與族群數量變化上的關係。結果顯示，當餌料分配比明顯下降至 1×10^6 (bacteria/ciliate) 時(亦即蟲體感受到環境壓力)，蟲體隨即發生接合行為。另一方面，儘管餌料的濃度在整個實驗過程中變化不大，纖毛蟲族群數量最後還是開始往下掉，因此推估此族群倒缸與餌料多寡沒有關係。而接合行為結束的時間點至纖毛蟲族群處於高緣末期之天數大約介於 16 到 18 天之間。意謂著纖毛蟲族群一旦少了接合行為的作用，整個族群無法由衰老個體轉變成年輕個體，經過多次分裂後，族群數量慢慢減少，最終該族群則邁入滅絕的路途。本次還追加了飢餓是否引發 *Strombidium* sp. 進行接合的實驗，結果表明了飢餓並不會誘發接合，與四膜蟲不同，可能的原因是與感受到攝食壓相關，需要更進一步的實驗來釐清。

Why conjugation? What we found from *Strombidium* sp.?李孟倫¹、蔡昇芳²、蔣國平^{1, 2}¹國立臺灣海洋大學海洋環境化學與生態研究所²國立臺灣海洋大學海洋中心

本研究嘗試了解寡毛目急游蟲屬 *Strombidium* sp. 接合生殖過程，包括外形、纖毛圖示及大小核變化等觀察，並利用此接合過程之外部特徵作為寡毛綱纖毛蟲系統分類之依據。研究結果顯示儘管彈跳蟲外形與寡毛目纖毛蟲極為相似，但是由接合生殖形態特徵及小核分裂過程可知，寡毛目纖毛蟲與舞毛目纖毛蟲的親緣關係較為接近，進一步支持分子序列所呈現之種類系統關係。培養實驗顯示當餌料分配比明顯下降至 1×10^6 (bacteria/ciliate) 時(亦即蟲體感受到環境壓力)，蟲體隨即發生接合。本研究顯示 *Strombidium* sp. 於飢餓環境下無接合反應，與四膜蟲受飢餓誘發行接合行為不同。

前言

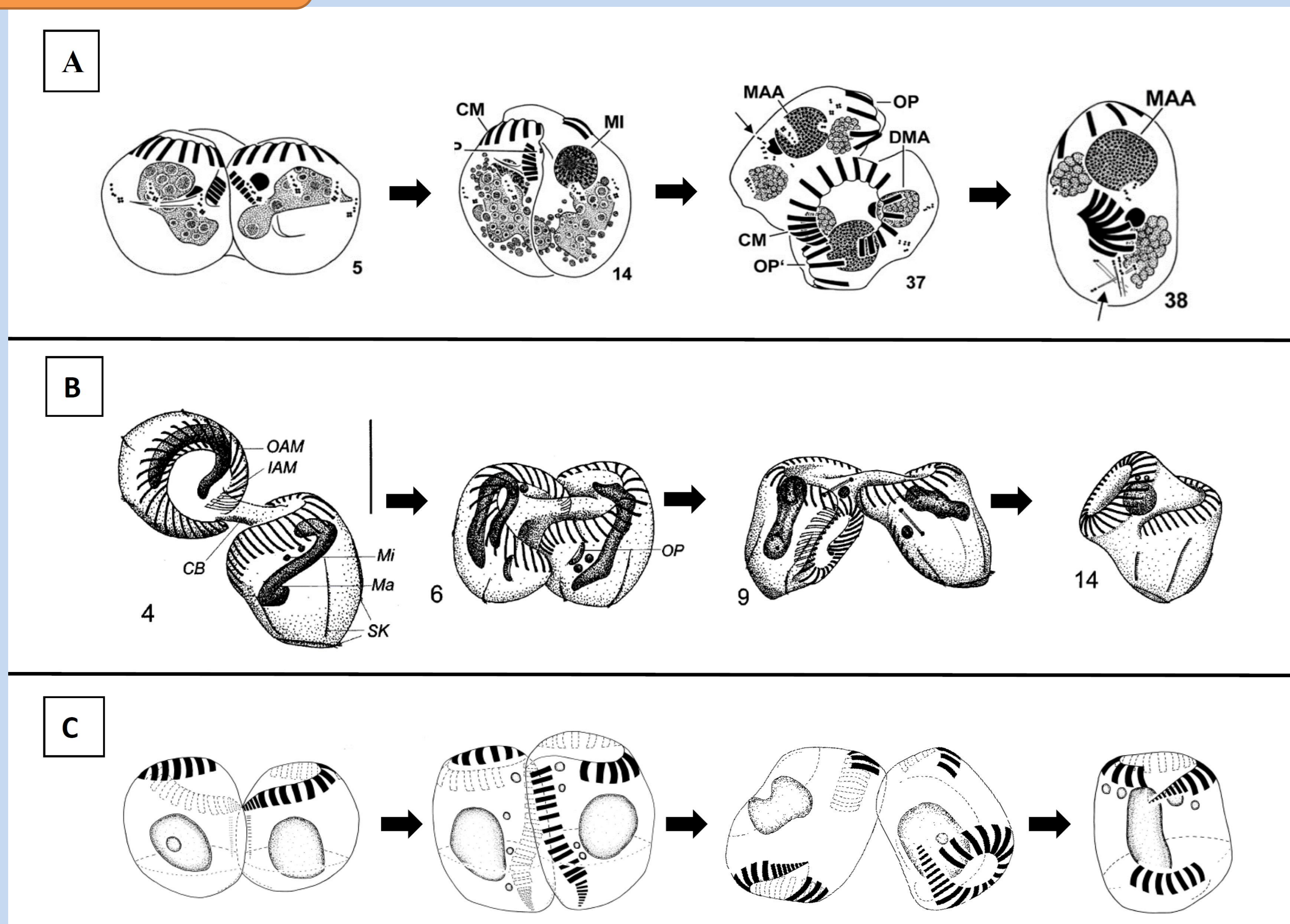
在寡毛綱纖毛蟲分類上若是依據蟲體外型，會認為彈跳蟲與寡毛目纖毛蟲親緣關係較為接近，與舞毛目較遠，但是分子序列的結果表明，彈跳蟲應被獨立分枝出來，其序列上的差異與寡毛目相差甚大，並被分類在另一亞目下(Stichotrichia)。寡毛綱纖毛蟲的接合研究目前僅 Ota and Taniguchi (2003) 以及 Agatha and Foissner (2009) 分別針對舞毛目纖毛蟲 *Pelagostrobilidium* sp. 及彈跳蟲 *Halteia grandinella* (Müller, 1773) Dujardin, 1841 進行接合生殖過程之觀察。截至目前為止，學術界並無寡毛目纖毛蟲的接合生殖資料，本研究目的希望能將此部分欠缺的資料補齊，並以此為佐證，探討寡毛目、彈跳蟲目及舞毛目纖毛蟲之親緣關係。

模式生物中之嗜熱四膜蟲(*Tetrahymena thermophila*)，研究對於其接合生殖過程已經有著完整的描述，並利用飢餓的手段直接誘發其進行接合。本研究培養 *Strombidium* sp. 並觀察其接合行為發生的時期，同時計數餌料濃度，試著探討 *Strombidium* sp. 接合行為發生與餌料的關係。

材料方法

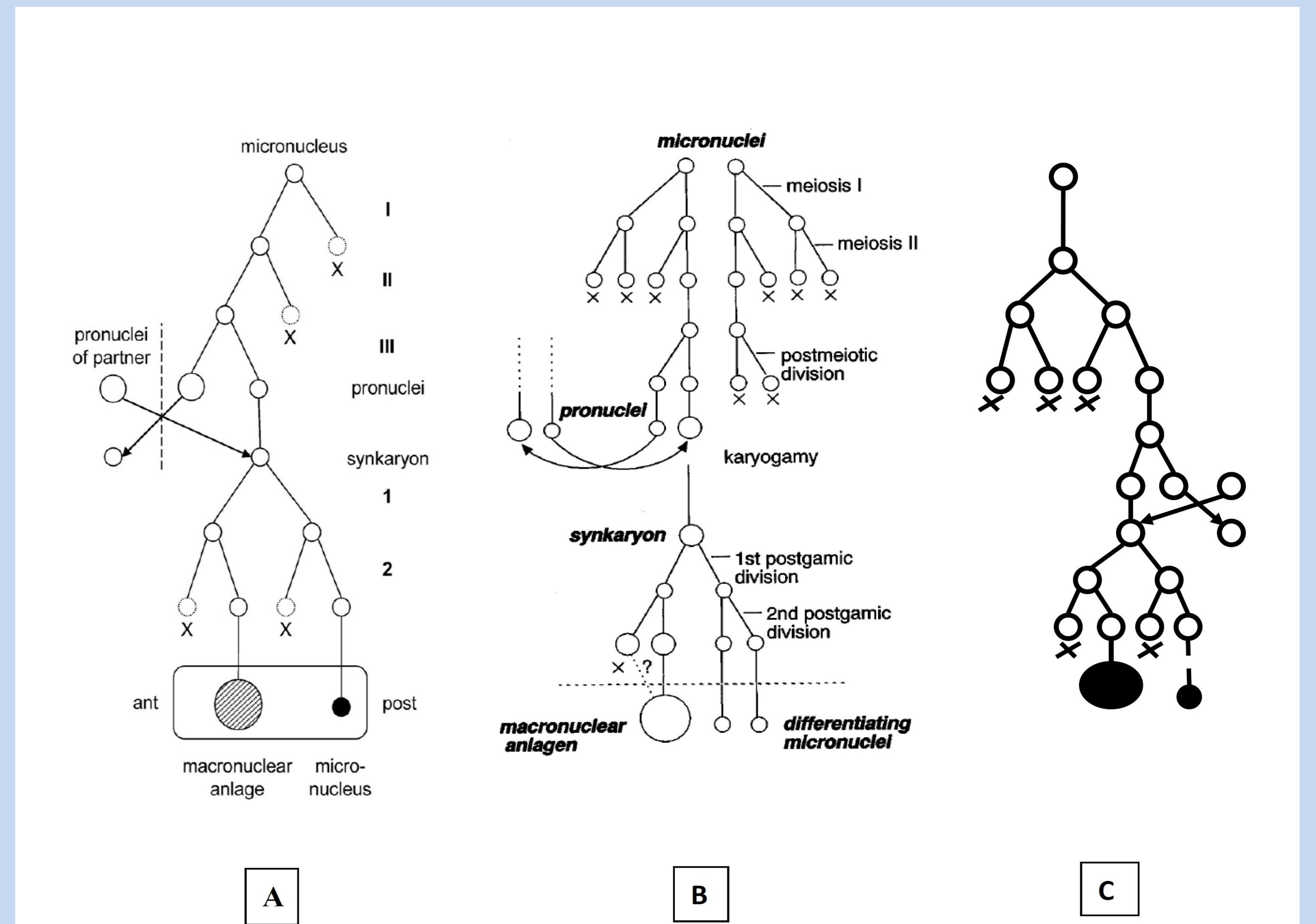
1. 蛋白銀染色法
2. DAPI 染色
3. 培養實驗(使用細菌作為餌料)

結果與討論



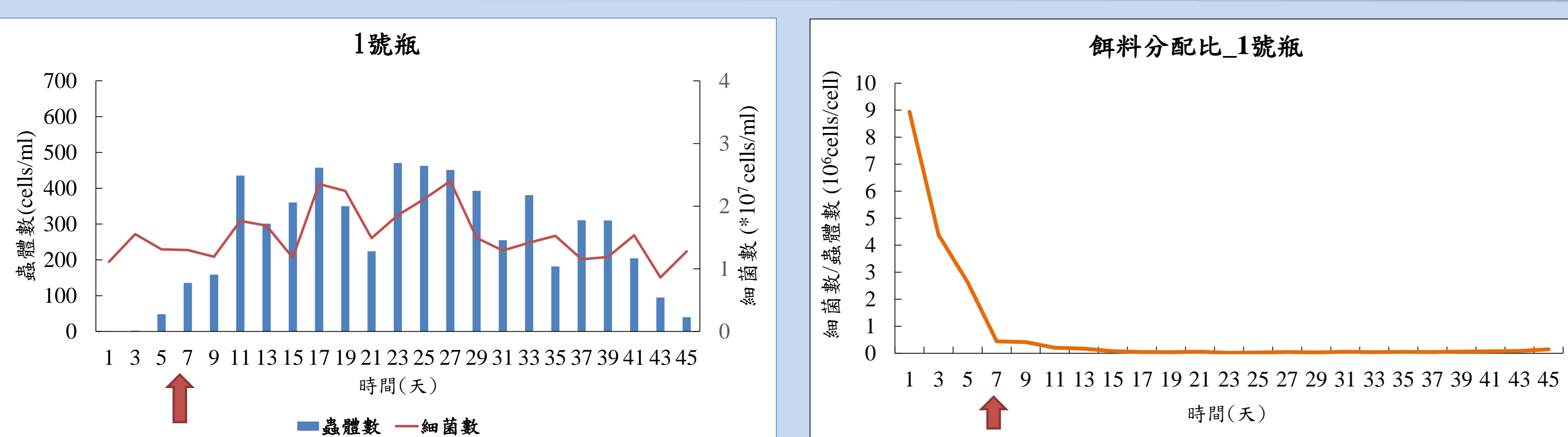
圖一、(A)彈跳蟲 *Halteia grandinella* 接合過程(Agatha 2009)；(B)舞毛目纖毛蟲 *Pelagostrobilidium* sp. 接合過程(Ota and Taniguchi 2002)；及(C)本研究寡毛目纖毛蟲 *Strombidium* sp. 接合過程。圖片由左至右依序為接合初期、接合中期、接合末期、及分裂後。

由圖一蟲體接合過程形態變化可明顯得知，舞毛目纖毛蟲與寡毛目纖毛蟲之接合過程較為接近，而彈跳蟲則與兩者差距甚大。



圖二、(A)彈跳蟲接合過程小核變化圖(Agatha 2009)；(B)舞毛目纖毛蟲接合過程小核變化圖(Ota and Taniguchi 2002)；及(C)本次研究寡毛目纖毛蟲 *Strombidium* sp. 接合過程。

由圖二可知，舞毛目纖毛蟲左半部小核分裂方式與本次研究的寡毛目纖毛蟲 *Strombidium* sp. 的分裂方式非常接近，與彈跳蟲差異甚大。意味著舞毛目纖毛蟲與寡毛目纖毛蟲之親緣關係較為接近，而彈跳蟲則與此兩者差距較大。



圖三、左圖為 *Strombidium* sp. 培養實驗結果，起始濃度為 1 cell/ml。藍色柱狀圖代表蟲體數，暗紅色折線代表細菌數。右圖為細菌每日現存量除以纖毛蟲數量所得之餌料分配比折線圖。箭頭所指為接合發生起始時間。

當餌料分配比明顯下降至 1×10^6 (bacteria/ciliate) 時(亦即蟲體感受到環境壓力)，蟲體隨即發生接合行為。而儘管餌料的濃度在整個實驗過程中變化不大，纖毛蟲族群數量最後還是開始往下掉，因此推估此族群倒缸與餌料多寡沒有關係。

而接合行為結束的時間點至纖毛蟲族群處於高緣末期之天數大約介於 16 到 18 天之間。意謂著纖毛蟲族群一旦少了接合行為的作用，整個族群無法由衰老個體轉變成年輕個體，經過多次分裂後，族群數量慢慢減少，最終該族群則邁入滅絕的路途。

結論

1. 由接合蟲體與小核分裂過程可得知，寡毛目纖毛蟲與舞毛目纖毛蟲的親緣關係較為接近，進一步支持分子序列所呈現之種類系統關係。
2. *Strombidium* sp. 的接合行為發生於指數成長初期，與餌料攝食比降低有關，與四膜蟲的飢餓機制不同，且與餌料分配比有明顯良好相關。