



夜光蟲 (*Noctiluca scintillans*) 的有性生殖週期與過程之研究

Detail on the sexual reproduction cycle and process of *Noctiluca scintillans*

李良能、蔡昇芳、蔣國平

國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所

前言

Noctiluca scintillans 俗稱 夜光蟲，是一種在受到應力時會發出生物冷光的雙鞭毛蟲 (dinoflagellate)，大小介於 200-2000 μm 。擁有有性及無性生殖兩種繁殖方式。無性生殖的機制是單細胞生物常見的二分裂 (binary fission)。至於有性生殖的機制是由一個成熟的個體轉變為配子母細胞，配子母細胞會產生大約256-1024顆配子，釋放出的配子會兩兩融合成合子，最後再發育成營養體，完成一個完整的有性生殖的生命週期。

在每年4-6月期間，在馬祖沿岸海域會發生數次短暫生物量上大爆發的情況。大量的夜光蟲在馬祖地區的夜晚所散發出的藍光形成一特殊景象，又稱為「藍眼淚」。造成此情形的原由尚未被釐清，目前推論可能是因潮流聚集表層夜光蟲而成，或者因當地環境適當使夜光蟲大量繁殖而成。針對夜光蟲的研究最早追溯1972AD，然而其中研究有探討夜光蟲的有性生殖只有少數，其中幾個關鍵數據與變因目前還是不明瞭，如：促使有性生殖的環境因子、配子結合過程及配子結合率等等。

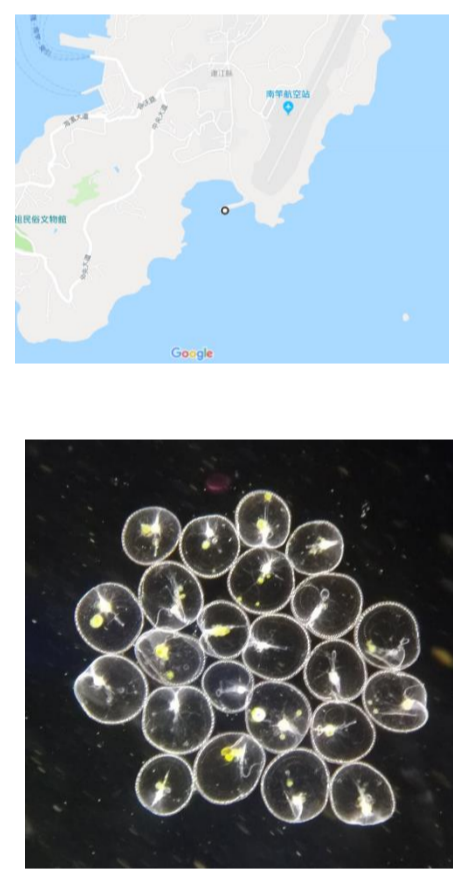
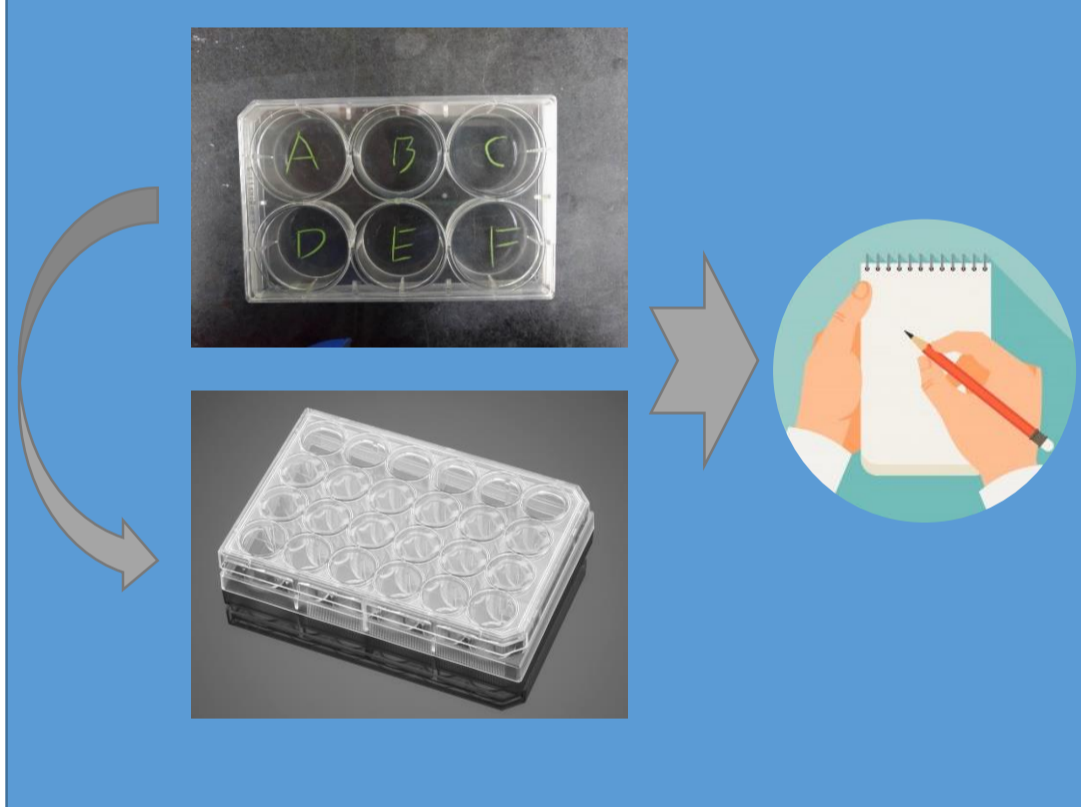
實驗目的

- 針對 *Noctiluca scintillans* 的有性生殖各階段進行分隔與時間紀錄
- 探討觸發 *Noctiluca scintillans* 有性生殖的可能因子為何？

實驗設計

野外樣本採集&實驗室純種培養

週期階段分隔與時間間格



觸發因子探討……?

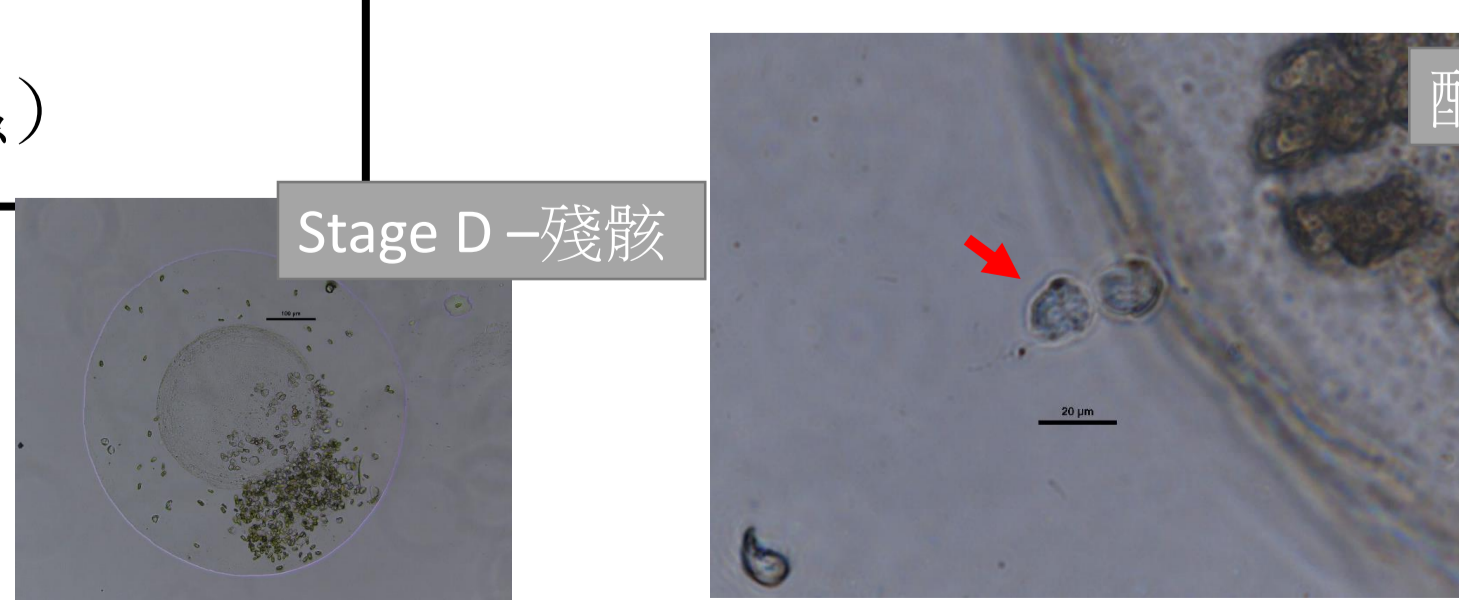
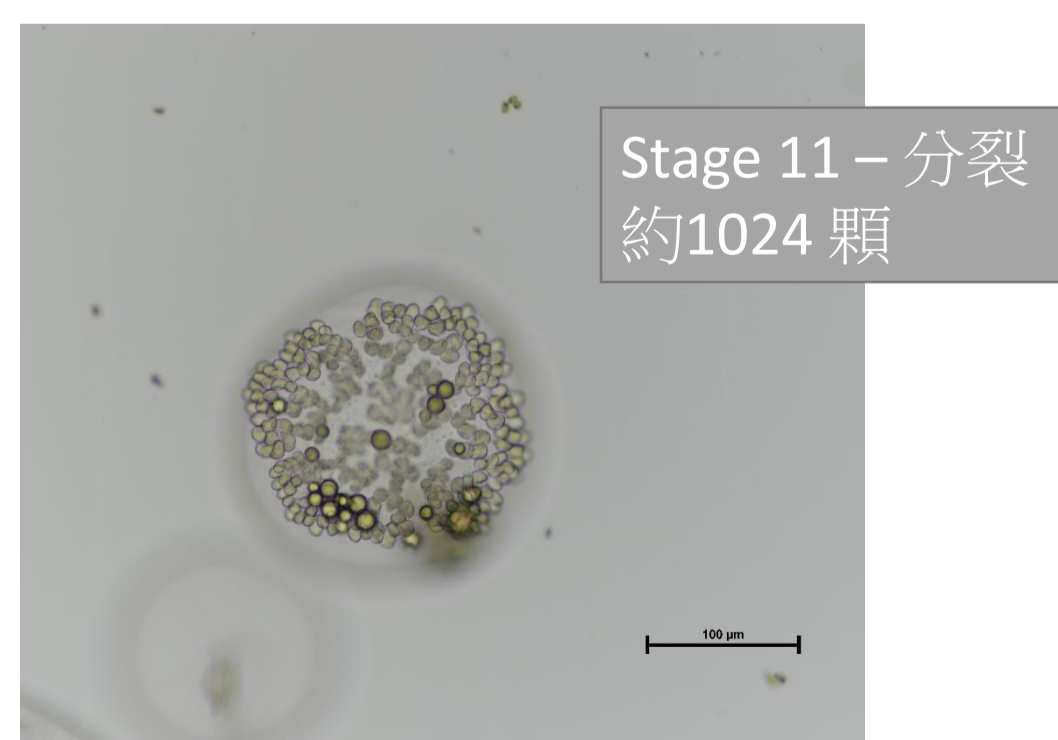
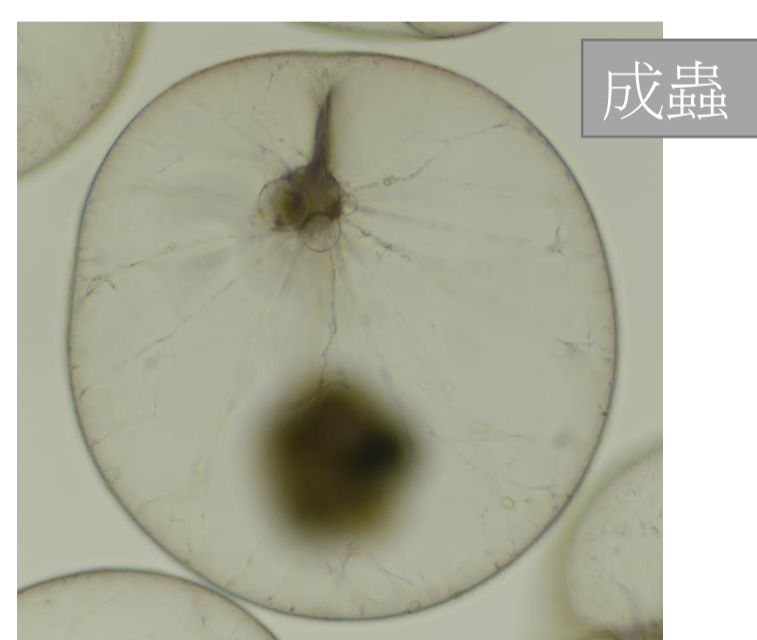
1. 溫度
2. 光照時間
3. 實驗開始時間
4. 初始餌料濃度
5. 族群密度
6. 培養時間
7. 成長率/指數成長期

結果—有性生殖週期

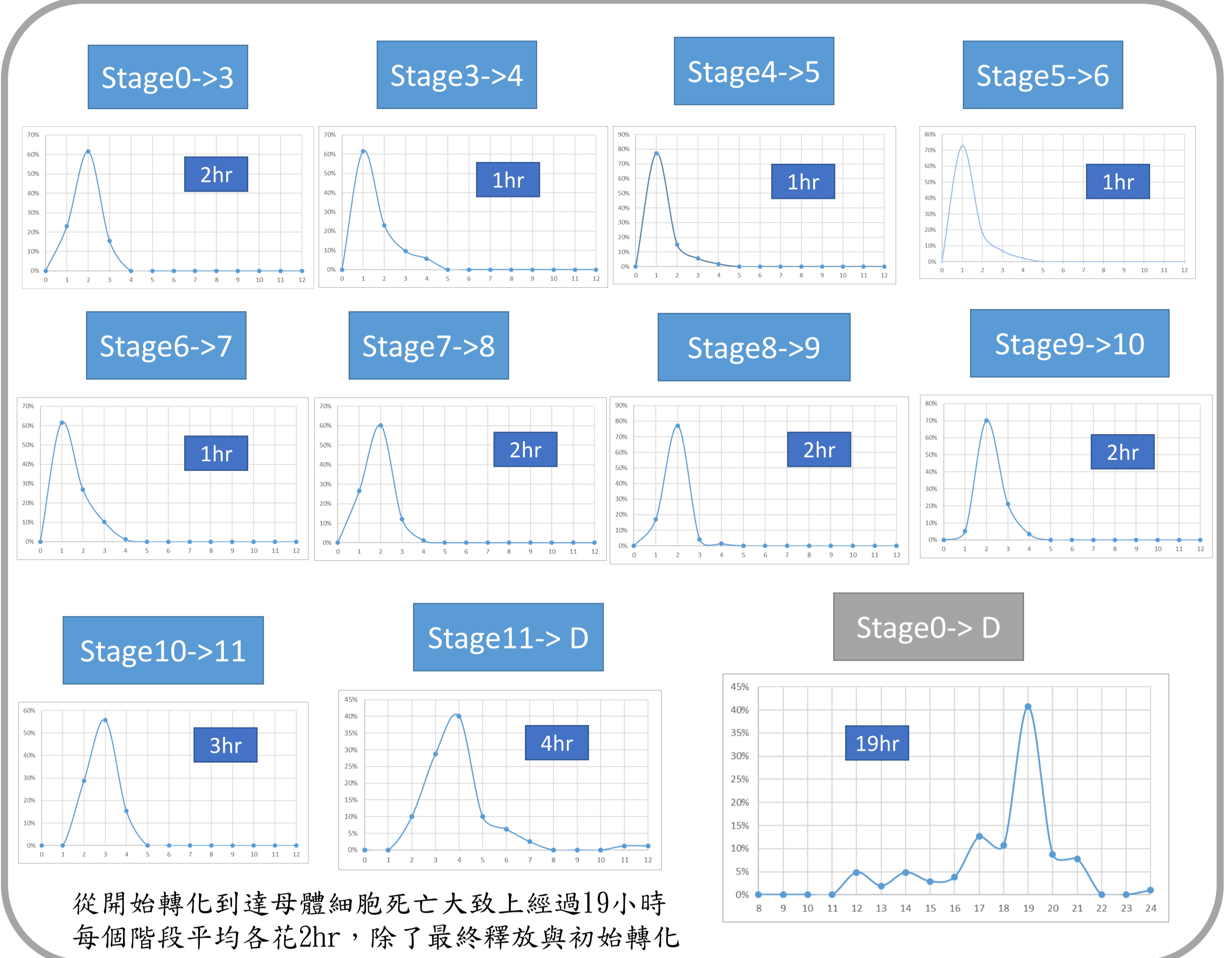
從轉移已確認正在進行有性生殖的 *Noctiluca scintillans* 開始，每隔1hr進行記錄一次，確認在每一個轉化階段所需要花費的時間，並記錄其轉化過程。

有性生殖各階段詳細分類

- stage 0 => 觸手脫落
- stage 1 => 細胞核緊貼細胞膜
- stage 2 => split 2 (細胞核分裂)
- stage 3 => split 4
- stage 4 => split 8
- stage 5 => split 16
- stage 6 => split 32
- stage 7 => split 64
- stage 8 => split 128
- stage 9 => split 256
- stage 10 => split 512
- stage 11 => split 1024
- stage 12 => 配子鞭毛可見
- stage 13 => 釋放
- ====stage D => 殘骸====
- stage 14 => 配子自由活動
- stage 15 => 結合形成合子
- stage 16 => 長出觸手
- stage 17 => 營養體(成蟲)



Stage 14-17 (尚未觀察到)



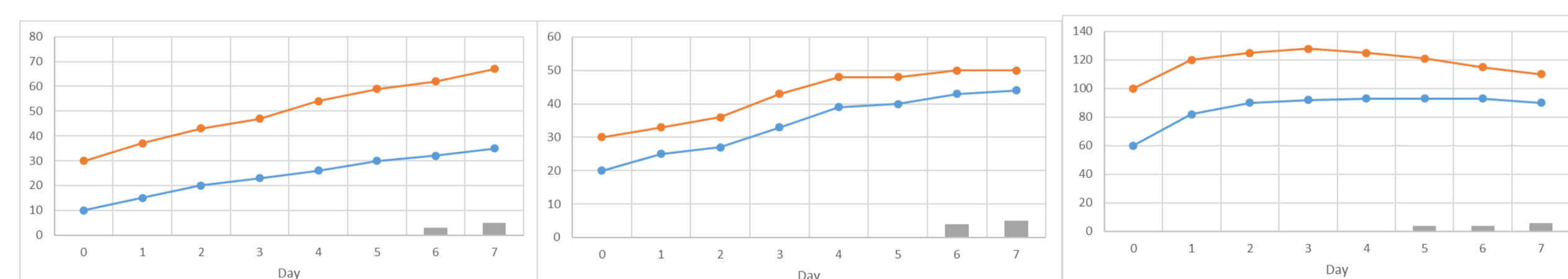
結果—觸發因子

針對每個因子進行測試，比對三種不同數值下的配子母細胞轉換率，進行相互比對剔除認為無效的因子。同時記錄每次實驗中這些因子針對有性生殖造成的影響。在25C、f/2 溶液下、餌料 *Tetraselmis chui* (PLY) 培養的配子母細胞轉換率平均<1%。

依據之前得到的轉換時間以及最大成長率，設定每個實驗培養時間為2 days

因子	結果(配子母細胞轉換率)
1. 溫度	沒有變化，轉換率<1%，溫度太高不會有配子母細胞
2. 光照時間	沒有明顯變化，無光照和長時間(24h)光照沒有差別，也沒影響成長狀況
3. 實驗開始時間 (0600AM、1200PM……)	沒有變化
4. 初始餌料濃度	在預期的兩天內轉換率沒變化。必須有餌料才能會有配子母細胞產生。延長觀察時間，一星期後其中一些樣本轉化率提升到~10%。多數樣本沒有出現相同結果。多數樣本在一星期後因為餌料濃度太高，造成夜光蟲無法存活。
5. 族群密度	密度較高的樣本，配子母細胞出現量有增加，但是轉換率沒有超過1%。延長觀察時間，一星期內其中一些樣本轉化率提升到~5%。多數樣本沒有出現相同結果。多數樣本在因為族群密度太高，最後造成數量驟減。
6. 培養時間	分別培養時間為 2 星期、3 星期和 >1 月有幾個樣本出現~10%轉換率。

依據擁有~10%轉換率的樣本的條件，我們推測有可能跟族群/環境壓力/指數成長期(族群密度/餌料濃度之間關係)有關，所以又分別設計了不同實驗，試圖驗證此想法。已不同的族群密度和初始餌料密度成為變因。



在實驗的末尾，可以看出有配子母細胞數量上升的趨勢，但轉換率上沒超過5%。這有可能是因為培養時間不足，族群需要暴露在適合的條件下一段時間，轉換率才會有明顯反映。

結論

1. 依據觀察的結果，*Noctiluca scintillans* 有性生殖過程所花費的時間比預期來的久。這有可能是因為在轉移過程有造成擾動使它減緩了分裂的速度，或在達到某個階段時會需要滿足一定的條件才能繼續下去，造成記錄到的時間較長。
2. 經過相互的比對以及刪減，已經把可能是影響的環境因子刪減到只剩幾個項目”族群密度和餌料濃度之間的關係”目前看來是最有可能是主要影響因子，不過未來需要再延長觀察時間，並且把培養時間放入考慮內，才能確定其結果。