



## 混營性微細鞭毛蟲之攝食機制-以著鞭毛蟲為例

陳維信<sup>1\*</sup>、詹雅帆<sup>1</sup>、蔣國平<sup>1</sup>

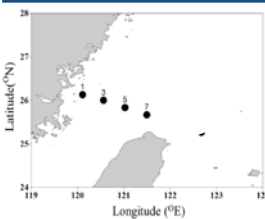
1. 國立臺灣海洋大學海洋環境與生態研究所

## 前言

微細鞭毛蟲是海洋中將能量從細菌往上層食物鏈傳遞的一個重要途徑，而根據營養機制的不同又分為自營性、混營性以及異營性，而我們要探討的混營性微細鞭毛蟲在寡營養的海水之中，其攝食細菌量高達微細鞭毛蟲攝食細菌總量的50%。而其中著鞭毛蟲又佔了混營性微細鞭毛蟲攝食總量達40%。儘管其混營性微細鞭毛蟲攝食量是如此之重要，但目前對於其攝食機制卻不清楚，因此本研究藉由調控不同的環境條件，檢視著鞭毛蟲攝食細菌量來釐清這個問題。

## 材料與方法

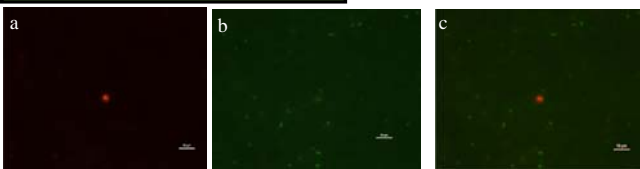
本實驗進行於2015年7月、8月以及2016年8月於東海南部(圖一)進行攝食培養實驗，固定完樣本之後帶回實驗室以螢光原位雜合法(TSA-FISH)在顯微鏡下觀察其攝食率。實驗共分為三個階段，添加營養鹽、添加細菌以及分層添加營養鹽，藉由各種不同之條件添加來觀察著鞭毛蟲之攝食機制。



圖一：本實驗航次採樣點，共分為三個航次：  
OR II cr2107 2015-07 St3 St5 細菌添加實驗  
OR II cr2111 2015-08 St7 營養鹽添加實驗  
OR II cr2183 2016-08 St1 分層添加營養鹽實驗

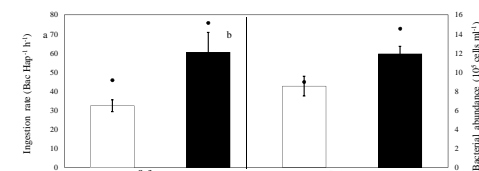
## 結果

## 一. 螢光原位雜合法(TSA-FISH)

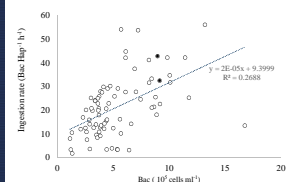


圖二：在螢光顯微鏡綠色激發光下觀察以螢光原位雜合法(TSA-FISH)染色的著鞭毛蟲(a)，以藍色激發光觀察FLB位置(b)，確定FLB有被著鞭毛蟲攝食(c)。

## 二. 細菌添加攝食實驗

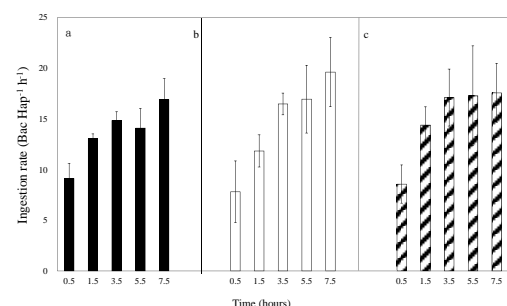


圖三：添加細菌對著鞭毛蟲攝食率之影響，分為兩個測站，測站3(a)及測站5(b)，每站分為控制組(□)與添加組(■)。●為細菌數量。兩個測站添加細菌後之攝食率皆出現明顯差異( $p < 0.05$ )。



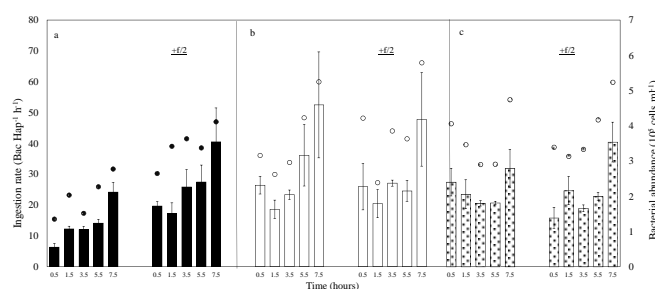
圖四：東海南部著鞭毛蟲攝食率與細菌數量之相關性，可看到出現正相關( $P < 0.05$ )，代表細菌數量會影響著鞭毛蟲攝食率高低。

## 三. 營養鹽添加實驗



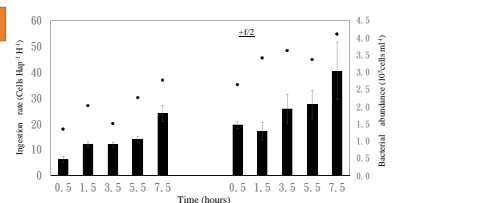
圖五：根據營養鹽濃度的不同分為原水組(a)、添加 $2 \mu\text{M NO}_3^-$ 組(b)以及添加 $4 \mu\text{M NO}_3^-$ 組(c)。三組於光照環境培養7小時，每隔一段時間進行攝食實驗。結果顯示三者之間，彼此互相都不會產生差異，因此可以看出添加低濃度的 $\text{NO}_3^-$ 並不會使攝食率出現差異( $P > 0.05$ )。

## 四. 分層添加營養鹽實驗



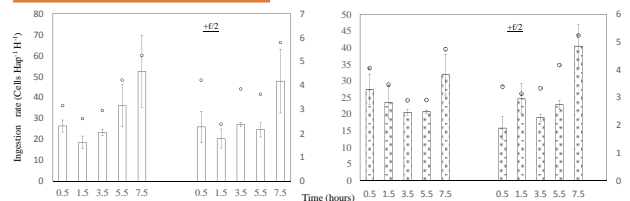
圖六：根據採樣深度之不同將其分層三個組別：a.表層組(3 m)、b.微光層(20 m)、c.無光層(30 m)，各深度組別再分為有無添加f/2營養鹽，藉此觀察有光環境下，著鞭毛蟲攝食率之影響。●○●為細菌數量。

## 表層的情況



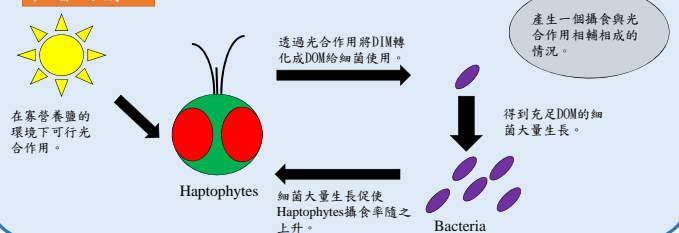
圖七：將上述實驗單獨分離出來觀察表層(3 m)之情形，當水樣於表層進行實驗時，可以看出添加f/2營養鹽後，攝食率與細菌數量都與原水組出現差異( $p < 0.05$ )，推測是光合作用使其產生差異。●為細菌數量。

## 微光層與無光層的情況



圖八：上述實驗在微光層(20 m)與弱光層(30 m)之情況，當水樣在沒有光照的情況下，添加f/2與營養鹽並不會使兩者的細菌數量與攝食率產生差異。●○●為細菌數量。

## 表層的情況



## 結論

1. 由細菌添加實驗可以得知著鞭毛蟲的攝食率會隨者餌料變化( $P < 0.05$ )，這與其他文獻研究的結果相同。
2. 由營養鹽添加實驗可以得知，在添加低濃度的 $\text{NO}_3^-$ 的情況下，著鞭毛蟲的攝食率不會產生變化( $P > 0.05$ )。
3. 在分層營養鹽添加實驗中可以得知當在表層添加高濃度營養鹽時，會使細菌數量與攝食率出現差異( $P < 0.05$ )。推測是由於表層光線足夠行光合作用的關係，而在微光層與無光層則沒有此現象，這是新提出來的一個理論。