

# 東海海域著鞭毛藻(Haptophyta)數量分佈及其攝食細菌之研究

宋沛庭<sup>1</sup>、蔣國平<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>國立臺灣海洋大學海洋環境化學與生態研究所

<sup>2</sup>國立台灣海洋大學 海洋中心

## 摘要

海洋微生物循環圈(Microbial Food Web)中，微細鞭毛蟲(nanoflagellates)是指細胞體型大小介於2~20 μm的單細胞生物。著鞭毛藻(Haptophyta)為東海微細鞭毛蟲族群主要浮游植物組成之一，其行混營生活為主要細菌攝食者。但目前對於其組成分佈與環境關係並不清楚。因此本研究利用螢光原位雜合法(Tyramide Signal Amplification-Fluorescence *in situ* Hybridization, TSA-FISH)調查著鞭毛藻在夏季東海海域受到長江沖淡水注入後，其數量分佈及攝食細菌與環境因子的關係，特別是隨著營養鹽降低其攝食率是否會明顯提升。本航次(OR5-0042)於2014年七月進行，著鞭毛藻在長江沖淡水出口測站(測站19及19A)表層數量明顯較低(98及91 cells mL<sup>-1</sup>)。而在其他測站著鞭毛藻表層數量平均約為400 cells mL<sup>-1</sup>。於測站22表層水有最高值，數量達到2739 cells mL<sup>-1</sup>。著鞭毛藻在東海海域整體平均攝食細菌速率為17.34 Bac Hap<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>，由長江沖淡水域往外洋，隨著營養鹽降低攝食率沒有明顯變化。而貧營養鹽的台灣暖流水水團，著鞭毛藻的個體攝食速率會與細菌濃度呈現正相關(p<0.05)。另外，在貧營養鹽(NO<sub>3</sub><1 μM)中，經過檢定過後，著鞭毛藻的個體攝食速率與餌料濃度呈正相關(p<0.05)。由以上結果可知在貧營養環境混營性鞭毛蟲攝食率受餌料濃度控制。將本次研究結果與全球其他海域相比，攝食速率較高。如將著鞭毛藻分成三個體型大小(ESD)：<3 μm、3~5 μm與>5 μm來看，中型(3~5 μm)為主要攝食群(75%)。在黑潮水水團中，著鞭毛藻的數量為79 cells mL<sup>-1</sup>，個體攝食速率平均為24 Bac Hap<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>。

## 前言

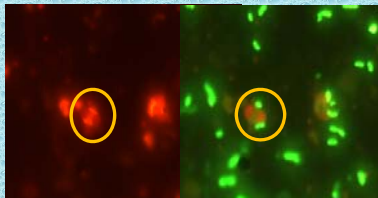
海洋中有一群體型大小在2-20 μm的單細胞真核生物稱為微細鞭毛蟲(nanoflagellate)。微細鞭毛蟲是異營細菌和藍綠細菌主要的攝食者(Caron et al. 1991, Ichinotsuka et al. 2006, Unrein et al. 2007, Tsai et al. 2008)。另外混營性是微細鞭毛蟲之其中一群，在全球不論海洋或淡水水域中均廣泛存在(Jones, 2000)，且混營性鞭毛蟲攝食細菌的能力在不同棲地中可以占全部細菌攝食量的40~95%(Bennett, 1990; Sanders et al., 2000; Zubkov & Tarran, 2008; Hartmann et al., 2012)。Unrein et al. (2013)指出Haptophyta的攝食能力在混營性鞭毛蟲中佔有相當重要的角色及貢獻。且谷(2014)於台灣東北部基隆嶼近海亦進行著鞭毛藻的攝食實驗，結果顯示，著鞭毛藻的個體攝食速率與營養鹽(NO<sub>3</sub>)呈現明顯的負相關。因此本實驗想要了解在東海海域著鞭毛藻的數量及其分佈，以及受長江沖淡水注入後的東海海域，營養鹽的梯度變化，著鞭毛藻的個體攝食速率會如何的改變。

## 材料與方法

本次實驗是2014年7月15-30日利用海研五號(OR5-0042)於東海海域採樣(圖一)。樣本使用聯酶螢光原位雜合法(TSA-FISH)計數著鞭毛藻數量。攝食實驗是用FBL餵食法培養。



圖一、本次實驗採樣之測站圖。



圖二、用TSA-FISH染色在螢光顯微鏡下觀察並計數

## 結果與討論

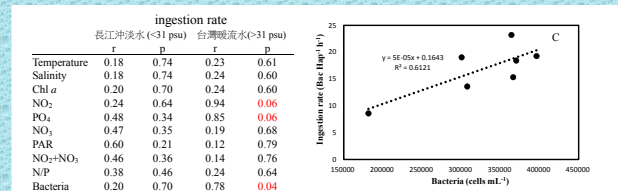
本航次在長江沖淡水、台灣暖流水以及黃海混合水水團中，著鞭毛藻各佔色素型微細鞭毛蟲分別為31%、47%及51%，著鞭毛藻在色素型微細鞭毛蟲中之比例最高可以占到76%。

一般來說營養鹽較高的海域，著鞭毛藻的個體攝食速率會較低。但三個水團之間個體攝食速率並沒有差異(圖三)，表示著鞭毛藻的個體攝食速率不一定受到營養鹽的控制。經檢定過後，僅在台灣暖流水水團所測得之攝食速率與環境中現場細菌數量成正相關。本研究於台灣暖流水水團所測得之攝食速率與谷(2014)有相同的現象，為在NO<sub>3</sub><1 μM時，攝食率會與現場細菌數量成正相關。

	長江沖淡水 (<31 psu)	台灣暖流水 (>31 psu)	黃海混合水
Temperature (°C)	27.27±1.55	27.62±1.32	25.64±0.78
Salinity (psu)	24.57±3.96	32.94±0.8	31.75±0.06
NO <sub>3</sub> (μM)	15.61±13.76	0.43±0.53	0.80±0.75
Chl a (mg/m <sup>3</sup> )	4.38±3.41	0.52±0.54	1.26±0.63
Bacteria (10 <sup>6</sup> cells mL <sup>-1</sup> )	3.74±4.60	3.17±3.00	2.93±3.69
Haptophyta數量 (cells mL <sup>-1</sup> )	425.88±340.14	493.35±247.19	1372.69±1297.498

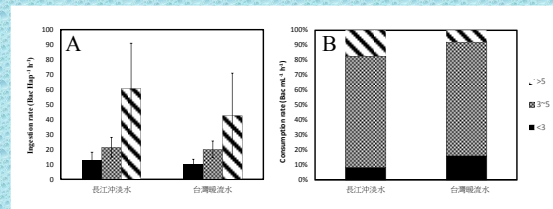
表1. 各水團之水文背景資料。

圖三、不同水團著鞭毛藻之個體攝食速率Ingestion rate (Bac Hap<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>)。



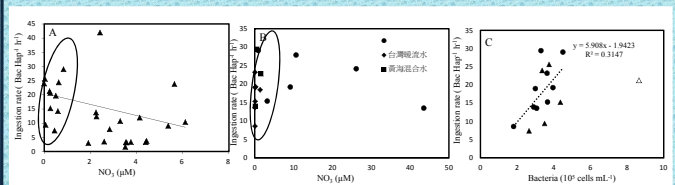
表二、長江沖淡水與台灣暖流水著鞭毛藻個體攝食速率與環境因子之相關分析。圖四、台灣暖流水水團之現場細菌數量與著鞭毛藻個體攝食率之迴歸圖。

●貧營養鹽的台灣暖流水(>31 psu)，著鞭毛藻個體攝食速率與細菌濃度呈正相關。



圖五、三種不同體型大小(<3 μm、3~5 μm及>5 μm)之著鞭毛藻(A)個體攝食率(Bac Hap<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>) (B)群體攝食率(Bac mL<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>)。

●以體型大小3-5 μm之著鞭毛藻數量佔最多，且為主要的攝食群；而個體攝食速率最高的是體型>5 μm之著鞭毛藻。



圖六、(A)谷(2014)所發表著鞭毛藻個體攝食率與營養鹽(NO<sub>3</sub>)之迴歸圖 (B)本次研究著鞭毛藻個體攝食率與營養鹽(NO<sub>3</sub>)之迴歸圖 (C)在NO<sub>3</sub>濃度<1 μM時，著鞭毛藻個體攝食率與細菌濃度之迴歸圖。

●貧營養鹽(NO<sub>3</sub><1 μM)中，著鞭毛藻的個體攝食速率是受到餌料濃度的控制。

黑潮水	
Temperature (°C)	30.01±0.38
Salinity (psu)	34.25±0.06
NO <sub>3</sub> (μM)	0.21±0.24
Chl a (mg/m <sup>3</sup> )	0.094±0.0007
Bacteria (10 <sup>6</sup> cells mL <sup>-1</sup> )	3.08±1.10
Haptophyta數量 (cells mL <sup>-1</sup> )	79.25±75.17
Ingestion rate (Bac cell <sup>-1</sup> h <sup>-1</sup> )	23.91±4.84

表三、黑潮水水團之環境因子與生物量平均值。

●東海海域，著鞭毛藻個體攝食速率不隨營養鹽變化

●黑潮測站，著鞭毛藻的數量為79 cells mL<sup>-1</sup>，個體攝食速率平均為24 Bac Hap<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>。