

國立臺灣海洋大學

海洋環境與生態研究所

碩士學位論文

指導教授：蔡安益 博士

夏季東海南部海域颱風對植物性浮游生
物成長量及被攝食量影響變化之研究

Typhoon-driven variations in phytoplankton production and
grazing loss in the East China Sea in summer

研究生：廖子誼 撰

中華民國 108 年 6 月

夏季東海南部海域颱風對植物性浮游生物成長量及被攝食量影響變化之研究

Typhoon-driven variations in phytoplankton production and grazing loss in the East China Sea in summer

研究生：廖子誼

Student : Zih-Yi Liao

指導教授：蔡安益

Advisor : An-Yi Tsai

國立臺灣海洋大學
海洋環境與生態研究所
碩士論文

A Thesis

Submitted to Institute of Marine Environment and Ecology
College of Ocean Science and Resource
National Taiwan Ocean University
in partial fulfillment of the requirements
for the Degree of
Master of Science
in

Institute of Marine Environment and Ecology
June 2018

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 108 年 6 月

致謝

謝謝我的指導教授蔡安益老師，在各方面進行教導，讓我從原本什麼都不懂的大學生，到最後可以自己站上台獨立面對各種挑戰。感謝口試委員蔣國平老師、龔國慶老師和謝志豪老師在論文審查期間給予指導，使這份論文能更加完善。特別是蔣老師是在大學期間帶領我初次接觸海洋微生物生態的老師，今天能進入環態所一路到口試畢業，對於老師不勝感激，再來是龔老師，在我在學期間的報告從未缺席過，永遠是提出最多建議的老師，老師在必修課的細心教導令我獲益良多，同時也感謝謝老師不辭辛勞來到海大擔任口委。感謝環態所的師長們——周文臣老師、鍾至青老師、陳宗岳老師、康利國老師、張正老師、識名信也老師、曾筱君老師兩年間在課堂和專討上毫不吝嗇的細心指導，引導我進行更多角度的思考，不斷改善與進步。

在這兩年碩士生涯中，必須感謝的人實在太多了。首先是感謝實驗室的趙健復學長，在出差時辛苦的陪我完成實驗，一句一句帶著念 paper，教我該如何報告，就算找到新工作還是不斷關心大家；謝謝蔣老師研究室的小鈺學姊、韋廷學姊、芸琪學姊、昇芳學長、鈺澍、忻蓓、芷寧、良能、采玉、言敏、靖婷平時的照顧，不管是在船上奮鬥的日子、玩樂的時光又或是覺得撐不下去的時刻，有你們在都讓我備感欣慰。謝謝實驗室的冠佑學長、怡婷學姊在實驗上的照顧，還有助理的舒綾學姊，在我需要時給予幫助。同時也感謝在馬祖和船上做實驗遇到的每個人——律瑩學姊、琬琳學姊、黃薇學姊、婉玲學姊、亞筠學姊，還有環態所的老同學們、助理麗真、乾華平日的照顧。

謝謝大一以來一直待著的系排的朋友們的支持，特別是東東跟章章，謝謝你們的陪伴，尤其是東東在我還完全搞不清楚實驗時，陪我釐清不懂的地方、問學長問題、聽我報告發牢騷、陪我上課，特別謝謝今年這屆大一學妹和觀光的朋友們，固定的運動時間似乎是我僅存的生活動力了，練球雖然很辛苦，但與你們相處的時光真的是心靈慰藉，讓我可以不斷努力下去。謝謝芷寧在我幾乎要放棄時鼓勵我，沒有你我也不會有寫致謝的一天。謝謝大學時的朋友們冠儀、芸婷、鈺詠、君亞，大家一起畢業吧。

最後謝謝我的家人們，總在我需要的時刻給予幫助，支持我的想法並在煩惱時提供建議，謝謝你們。

廖子誼 謹致
中華民國 108 年 6 月

摘要

大型動物性浮游生物(mesozooplankton)能夠攝食來自傳統食物鏈(植物性浮游生物)及微生物循環圈中(如纖毛蟲)之生物量,然而針對大型動物性浮游生物攝食的食物來源(如植物性浮游生物、纖毛蟲等)的研究十分有限。因此本研究想要建立一個簡易的食階模式,來探討傳統食物鏈(植物性浮游生物)及微生物循環圈(纖毛蟲)之能量傳遞過程變化。本次實驗培養水樣取自東海南部 1A 測站,採樣時間遇及 2018 年 7 月的強烈颱風瑪莉亞,因此特別於颱風前(7 月 6 日)及颱風後(7 月 16 日)重複於 1A 測站進行採樣培養(颱風瑪莉亞經過測站的時間為 7 月 11 日),以此進一步比較颱風前後植物性浮游生物成長及能量傳遞是否有明顯差異產生。實驗利用 2 種不同濾網大小之分割過濾法(原水(A), 200 μm 濾網過濾後濾液(B)及 20 μm 濾網過濾後濾液(C))及 50%稀釋培養法(50%的 200 μm 過濾後濾液與 50% GF/F 濾液混合(D)),來估計植物性浮游生物成長以及能量傳遞的差異。各培養組經過 24 小時培養後,量測葉綠素 *a* 濃度及纖毛蟲數量變化,結果主要發現颱風前後大型動物性浮游生物在此海域對植物性浮游生物沒有明顯攝食影響。據此在本模式中移除大型動物性浮游生物的攝食效應。實驗結果顯示在颱風前後 < 20 μm 葉綠素 *a* 佔整體植物性浮游生物總量分別各為 82%及 63%。經模式估算颱風前後 < 20 μm 葉綠素 *a* 成長量分別各為 22.4 及 39.2 $\text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$ 。另外 > 20 μm 葉綠素 *a* 成長量於颱風前後分別各為 10.9 及 154.2 $\text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$,增加了 14 倍之多。就纖毛蟲攝食影響而言,颱風前纖毛蟲攝食量約可消耗(<20 μm)植浮 52%成長量,另外由於發現纖毛蟲體型在颱風後航次明顯較颱風前大(30 μm :45 μm)。至此本研究推論颱風後纖毛蟲應該能夠攝食>20 μm 植浮的部分,因此其攝食量約可消耗(<20 μm + >20 μm)植浮 110%成長量。同時此研究重要發現在東海南部海域大型動物性浮游生物攝食的食物來源主要是纖毛蟲,且颱風後纖毛蟲被大型動物性浮游生物攝食量會明顯提高。

關鍵字: 颱風、纖毛蟲、植物性浮游生物、微生物循環圈、傳統攝食食物鏈

ABSTRACT

Mesozooplankton are able to ingest a wide range of food sources, which prey on phytoplankton as well as on different community of protozoans (such as ciliates), connect the microbial food web with the classical phytoplankton-zooplankton-fish food chain. So far, simultaneous estimated grazing impact of mesozooplankton on microbial and classical food webs has seldom been assessed in situ and the relative important of both are remaining uncertain. The model, we assumed that phytoplankton are channeled to higher trophic levels via two ways. One is the role of mesozooplankton in predation on microphytoplankton ($> 20 \mu\text{m}$) in the grazing food chain. The other is the microbial food chain, which includes components such as pico- and nanophytoplankton ($<20 \mu\text{m}$) have stressed the importance of predation by ciliates. Four experimental treatments: unfiltered water (treatment A), $200 \mu\text{m}$ filtered water (treatment B), $20 \mu\text{m}$ filtered water (treatment C) and 50% dilution experiments (50% of $200 \mu\text{m}$ filtered water diluted with 50% GF/F filtered water (treatment D)) were incubated for 24 h in 20 liters incubation bottles for measuring the production of phytoplankton and mesozooplankton consumption rate on phytoplankton. Research was conducted aboard the R/V Ocean Research I and samples were collected from the surface waters (5 m) at an established station (Station 1A) located in the southern ECS from a pre-typhoon cruise during 4-9 July 2018 and a post-typhoon cruise during 13-17 July 2018. Our results indicated that no significant grazing effects of mesozooplankton on $> 20 \mu\text{m}$ phytoplankton before and after the typhoon samplings. Furthermore, $< 20 \mu\text{m}$ phytoplankton contributed 82% and 63% to total phytoplankton biomass before and after typhoon, respectively. Analysis of model flux showed that production of $< 20 \mu\text{m}$ phytoplankton was 22.4 and $39.2 \text{ mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ and accounted for 10.9 and $154.2 \text{ mgC m}^{-3} \text{ d}^{-1}$ for $> 20 \mu\text{m}$ phytoplankton production before and after typhoon, respectively. As for grazing effect of ciliates, prior to typhoon, ciliates grazed 52% of the $< 20 \mu\text{m}$ phytoplankton production and 110% of total phytoplankton production after the typhoon sampling. Meanwhile, the results of model showed that mesozooplankton feed mostly ciliate communities, especially the consumption rate of mesozooplankton on ciliate increased after the typhoon.

Keywords: typhoon, ciliates, phytoplankton, microbial food web, classical food web