

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：鍾至青 博士

副熱帶黑潮流域原核超微植物性浮游生
物的組成與分布

研究生：林依蓉 撰

中華民國 109 年 7 月

副熱帶黑潮流域

原核超微植物性浮游生物的組成與分布

The community structure and distribution of
prokaryotic picophytoplankton in the subtropical
Kuroshio Current

研究生：林依蓉

Student : I-Jung Lin

指導教授：鍾至青 博士

Advisor : Dr. Chih-Ching Chung

國立臺灣海洋大學
海洋環境與生態研究所
碩士論文

A Thesis (Dissertation)

Submitted to the 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

July 2020

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 109 年 7 月

致謝

從大四時進入鍾老師的實驗室到正式進入環態所直至畢業，許多往事歷歷在目而心中只有無限的感謝。在這兩年多的時間裡感受到老師們對學術領域的熱誠跟對學生們的傾囊相授，認識了許多的夥伴並受到大家的照顧，環態所對我來說不僅在學習上有友善的環境與資源，在氛圍上更是像個大家庭一樣。在如此快樂的環境我對海洋不同面貌的知識有更進一步的了解，對與人合作、海上作業的經驗，與大家的關係更是珍貴的寶物。

在這之中我首先也是最為感謝的是我的指導教授 鍾至青老師，您對學術的嚴謹態度、不辭辛勞的指導，不論海洋生態、分子生理或是處世的道理皆毫無保留的教導學生，令我由衷感激。能遇到老師、成為老師的學生的我真的很幸運和幸福，在學業的道路上老師即如明燈般照亮前路。感謝口試委員 龔國慶老師與顧銓老師審查論文並提出寶貴的建議，使本碩士論文更加完整。感謝環態所的老師們在課堂上無所保留的教學和建議以及在平日裡的關心，使學生在環態所的日子既充實又溫暖。感謝海研一號、二號、新海研二號全體人員的協助，以及助理麗真姐、函勳、乾華以及嘉鎂的幫忙，環態所因為有你們的支撐而運轉。感謝不論是環態所、海生所或是養殖所的學長姐 Money、穎萱、彎彎、凱元、采玉、鼎軒、舒綾、冠杰、愷哲、小鈺、忻蓓、良能、宇芳、琬琪、育亭、冠霖、喜德，同學靖婷、長暢、宇恩、家軒、義庠、品萱、Andy，學弟妹子傑、智宇、家加、凱歲、秀航、宣邑、宇禾以及鴉鴉，謝謝你們儘管我在船上會暈船還是不嫌棄，在我迷惘的時候陪在我身邊，在研究與課業上一同努力交流與切磋，沒有你們我的碩士生涯不知道會失去多少色彩。

最後感謝我的家人們，謝謝你們支持我的選擇，包容與體諒我無法時時刻刻陪在你們身邊毫無怨言，是你們的愛讓我勇敢闖盪。此論文獻給我愛的以及愛我的人。

林依蓉 謹啟

中華民國一〇九年八月四日

摘要

本研究聚焦於副熱帶黑潮水域中，原核超微植物性浮游生物族群的組成與水層分布的季節性變化，期許這些資料能為黑潮流域的生態背景提出貢獻。進行方式為在臺灣花蓮外海黑潮海域於 2012 年 10 月至 2013 年 7 月間進行為期一年四季的採樣觀測。研究顯示在 100 公尺水深內，原核綠藻 (*Prochlorococcus*) 總存量與硝酸鹽躍層深度呈正相關；聚球藻 (*Synechococcus*) 總存量與溫度呈負相關。計算得知原核綠藻與聚球藻分別貢獻了全體葉綠素平均濃度的 $30.2 \pm 10.4\%$ 至 $33.0 \pm 9.4\%$ 。透過分析表水中的 16S rDNA 序列，發現此水域原核超微浮游生物物種組成在暖季 (夏秋季) 與冷季 (冬春季) 有明顯差異。細看原核超微植物性浮游生物物種組成，可看出夏秋季在表水之中以原核綠藻為主，可達總藍綠菌數量 71% 以上，聚球藻則介於 2 至 20%；而在冬春季原核綠藻在不同測站占總藍綠菌數量的 22 至 75%；反觀聚球藻在冬春季的比例則可達 17 至 54%。非度量多維度分析 (non-metric multidimensional scaling, nMDS) 結果也顯示出黑潮表水超微浮游生物四季組成呈現顯著的差異，冬季與夏季其單季節各測站族群結構差異較小但不同季節結構相似度不高，春秋季族群結構為冬季與夏季的過渡。本研究首度呈現超微原核植物性浮游生物在副熱帶黑潮水域的群落組成時空分布，以及其對於該水域生地化循環的貢獻程度。

關鍵字：超微植物性浮游生物、聚球藻、原核綠藻、黑潮

Abstract

The aim of this study is to reveal the community structure and temporal-seasonal distribution of prokaryotic picophytoplankton in the surface waters of subtropical Kuroshio Current. The sampling period was from October 2012 to July 2013 in the Kuroshio area off the coast of Hualien, Taiwan. Within the upper 100 m depth, the standing stock of *Prochlorococcus* positively correlated with the depth of nitracline ($p < 0.05$). The standing stock of *Synechococcus* negatively correlated with temperature and the depth of the euphotic zone ($p < 0.05$). Overall, *Prochlorococcus* and *Synechococcus* respectively occupied $30.2 \pm 10.4\%$ to $33.0 \pm 9.4\%$ of the chlorophyll concentration. According to the results of 16S rDNA phylogeny, the assemblage composition of prokaryotic picophytoplankton was different in the cold and warm seasons. *Prochlorococcus* dominated in the surface water in the summer and the autumn. In contrast, *Synechococcus* was abundant in the cold seasons, and their proportion to total cyanobacteria was 17 to 54%. The results of my study present the community composition of prokaryotic picophytoplankton and their contribution to the biogeochemical cycle of the waters in the subtropical surface Kuroshio Current.

Keywords: picophytoplankton, *Synechococcus*, *Prochlorococcus*, the Kuroshio Current