

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：蔣國平、林芸琪

西北太平洋副熱帶陸棚海域綠藻群聚組成
與空間分布

The community composition and spatial
distribution of Chlorophyta in the subtropical
continental ecosystem at the Northwest Pacific

研究生：黃靖婷 撰

中華民國 109 年 6 月

西北太平洋副熱帶陸棚海域綠藻群聚組成與空間分佈

The community composition and spatial distribution of Chlorophyta in the subtropical continental ecosystem at the Northwest Pacific

研究生：黃靖婷

Student : Ching-Ting Huang

指導教授：蔣國平

Advisor : Kuo-Ping Chiang

國立臺灣海洋大學

海洋環境與生態研究所

碩士學位論文

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 2020

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 109 年 6 月

致謝

時光匆匆，歲月如梭，一晃眼的兩年的碩士生涯就這樣到了尾聲，在這段日子裡非常感謝我的指導教授 蔣國平教授，循循善誘的授業解惑，以及師母對我們的關懷，讓原先對碩士生活還有些不適應的我得到了很大的幫助，也讓我在這兩年內有了很大的成長。也十分謝謝咪咪學姊，不論是在實驗還是論文上都給了我許多建議，雖然我不太聰明還有些兩光，但還是不厭其煩的回答我的問題跟督促我念書，就連請產假在家的時候還要幫忙修改我的報告，真的非常辛苦。也謝謝韋廷學姊在數據分析上幫忙我很多，讓我不會迷失在這龐大的數據之中。另外也要特別感謝口試委員 張正教授以及 呂曉沛教授給我的建議及指教，讓我的論文能夠更加的完整。

很幸運也很感激能夠加入環態所這個大家庭，各位老師總是無私的傾囊相授，每位助理及學長姐在我需要幫助的時候也總是義不容辭地伸出援手。謝謝工作狂小鈺學姊，讓我不用煩惱各種繁雜的公文及費用，總是為我們打理好研究室的一切，謝謝忻蓓帶著什麼都不懂而且手很殘的我做實驗，回答我各種很基本的白癡問題，謝謝芷寧在我意志消沉的時候給我加油打氣，謝謝阿能雖然總是嘴上一直碎碎念但還是幫我搬東西、一起出無聊到瘋掉的大東海，謝謝舒綾、采玉、冠杰、愷哲、子傑讓我課餘的生活過得精采，謝謝陳逸、赫妤平常聽我講廢話，一起蹲研究室趕論文到半夜再一起去喝魚湯，謝謝好同學好戰友長暢、依蓉、宇恩和我一起厭世一起唧噥著要休學但還是一起趕實驗趕報告，再一起努力畢業。

最後還是要謝謝我的家人，讓我無後顧之憂的做自己想做的事，放心的讓我在外跑來跑去，雖然我很不愛回嘉義但你們還是很過動的一天到晚跑來基隆不然就環島，就只為了看我過得好不好有沒有吃飽，謝謝你們。

畢業後就要正式脫離學生的身分往下一個階段邁進，之後有越來越多困難等著我去克服，希望我能一直保持樂觀勇往直前。

靖婷 謹致於

2020年6月

摘要

超微真核藻類 (photosynthetic picoeukaryotes, <3 or $5 \mu\text{m}$) 在海洋生態系中為重要的基礎生產者，其中以綠藻門(Chlorophyta)最為重要。但受限於綠藻較小的尺寸及缺乏獨特的形態特徵，目前對於其多樣性、生態分布及種類組成的了解有限，特別是在西北太平洋副熱帶陸棚海域，對的綠藻群集生態分布與種類組成都不甚清楚。本研究於西北太平洋的東海(East China Sea, ECS)陸棚海域採樣，以 Illumina Miseq 大規模定序 18S rDNA V4 區段來檢視綠藻的群聚組成。研究結果顯示，東海陸棚海域的綠藻序列主要來自於 $<3 \mu\text{m}$ 的過濾孔徑，序列條數最多的綠藻為 Chloropicophyceae 中的 *Chloropicon* (Prasinophyte clade VII subclade A)，其次為 Mameillophyceae 中的 *Micromonas*。利用群集分析(cluster analysis)來檢視綠藻的群聚組成，東海綠藻的種類組成可分為五個群集，分別為黑潮群集、沿岸群集、黃海群集、河口群集以及背景群集。基本分布型態與水團有一定相關但不完全一致。基本上不同水團間其組成均有明顯差異，外洋性之黑潮群集其優勢種為 Chloropicophyceae 中的 *Chloropicon* 和 *Chloroparvula*。富營養鹽的沿岸有以 Mamiellophyceae 中的 *Micromonas* 為優勢種的沿岸群集、Mamiellophyceae 中的 *Micromonas* 和 *Bathycoccus* 為優勢種的黃海群集及 Trebouxiophyceae 中的 *Picochlorum* 為優勢種的河口群集。背景群集推測是黑潮群集受台灣暖流水影響而形成，由 44% Chloropicophyceae 中的 *Chloropicon* 及 20% Mamiellophyceae 中的 *Micromonas* 所組成。背景群集在不同沿岸富營養環境下將誘使不同種類綠藻成長，所以在不同區域會形成不同群集，例如：河口群集或沿岸群集。位於沿岸之綠藻群集是以 Mameillophyceae 為優勢物種，位於外洋之綠藻群集則是以 Chloropicophyceae 為優勢種。另外，東海也出現最近才發現的新分支 *Ostreococcus* clade E，此種類只出現在東海南部且高值在沿岸水。本研究揭開了副熱帶西北太平洋東海海域的綠藻生態分布與水文環境間之相互關係。

關鍵詞:超微真核藻類、綠藻、東海、群聚組成、生態分布

Abstract

Photosynthetic picoeukaryotes are important primary producers in marine ecosystems, in which Chlorophyta is the most well-known group. However, the information of the diversity, ecological distribution and community composition of Chlorophyta is limited because of its small size and lack of unique morphological characteristics. Moreover, such subjects were studied more intensively in temperate and polar regions and few were conducted in the subtropical continental ecosystem of the Northwest Pacific. In this study, 18S rDNA V4 region of three size fractions (<3 μm , 3-20 μm and >20 μm) was sequenced to examine the community composition of Chlorophyta, and samples were collected on the continental shelf of the East China Sea (ECS). The results showed that Chlorophyta in the ECS were mainly generated from the smallest size fraction of <3 μm , and the maximum reads in Chlorophyta was *Chloropicon* of the Chloropicophyceae (Prasinophyte clade VII subclade A), and followed by *Micromonas* of the Mamiellophyceae. Based on the cluster analysis of Chlorophyta composition, five clusters were generated and their distribution patterns were somehow linked to water masses. The Kuroshio Water was dominant by *Chloropicon* and *Chloroparvula* of the Chloropicophyceae. The eutrophic coastal water was dominant by *Micromonas* of the Mamiellophyceae while Yellow Sea Mixed Water was dominant by *Micromonas* and *Bathycoccus* of the Mamiellophyceae. One estuary sample was predominate with *Picochlorum* of the Trebouxiophyceae. The majority of samples seemed to be influenced by the mixing waters of Kuroshio Water and Taiwan Current Warm Water, which were dominant by *Chloropicon* and *Micromonas*, providing a greater diversity. In consistent with previous studies, Mamiellophyceae was dominant in coastal waters whereas Chloropicophyceae was dominant in oceanic waters. In addition to the above findings, the newly discovered *Ostreococcus* clade E appeared to occur in the warm and eutrophic coastal waters of the southern ECS. This study exhibits the relationship between the ecological distribution of Chlorophyta and the hydrological environment in the East China Sea of the subtropical Northwest Pacific.

Keywords:picoeukaryotes, Chlorophyta, East China Sea, community composition, spatial distribution.