

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：陳宗岳 博士

基隆東北角海域顆粒態與溶解態基礎
生產力的季節變化

Seasonal variation of particulate and
dissolved primary production in the
coast of Keelung

研究生：藍義庠 撰

中華民國 108 年 7 月

基隆東北角海域顆粒態與溶解態基礎生產力
的季節變化

Seasonal variation of particulate and dissolved primary
production in the coast of Keelung

研究生：藍義庠

Student : Yi-Xiang Lan

指導教授：陳宗岳

Advisor : Dr. Tzong-Yueh Chen

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 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

the Institute of Marine Environment and Ecology

July 2019

Keelung, Taiwan, Republic of China

中華民國 108 年 7 月

誌謝

兩年時間一轉眼就過去了，轉眼間就到了畢業季節，剛進入環態所時碰到了許多學術研究上的問題，由衷的感謝我的指導教授陳宗岳老師，帶領著我學習，不管在寫報告或者是實驗上相關的知識，都讓我獲益良多。另外也要感謝我的口試委員夏復國老師、蔡安益老師以及環態所的各位老師在論文上給我許多的建議與指正，讓我更精進我對於海洋的知識，並順利地讓我完成我的論文。而平時在論文以及實驗上所遇到的困難，很感謝龔國慶老師實驗室的彎彎學姊、凱元學長以及張家軒同學給予我的協助，在實驗上常常都會碰到有多難題，因為有學長姊們的幫忙，讓我在各種實驗上遇到的問題都能迎刃而解。未來希望環態所的各位都能身體健康，平安幸福。

摘要

海洋基礎生產力在海洋中扮演著重要的角色，它代表著浮游植物行光合作用的能力，這是一個將水中無機碳轉變成有機碳的過程，而這種固碳作用我們稱為海洋基礎生產力。海洋基礎生產力又分為兩類，顆粒態與溶解態基礎生產力。顆粒態基礎生產力 (PPP) 為浮游生物行光合作用後形成的有機生物體，其會隨著食階向上傳遞；而浮游生物在行光合作用的同時也會釋放溶解態有機碳到水體，也就是我們所說的溶解態基礎生產力 (DPP)，它為微生物循環圈提供了重要的能量來源。但在科學研究中對於溶解態基礎生產力的研究相對較少，也因此我們對於光合作用輸入溶解態有機碳通量的理解稍嫌不足。本研究於 2018 年 1 月~2019 年 3 月於基隆沿岸進行顆粒態與溶解態基礎生產力的調查，結果將有助於我們理解台灣東北角海域 PPP 與 DPP 分別對於總基礎生產力 (TPP) 的貢獻。

結果顯示，PPP 的光合作用參數最大光合作用效率 (P^B_m) 與初始斜率 (α) 皆高於 DPP。PPP 的 P^B_m 與 α 的範圍分別介於 4.10 至 22.60 $\text{mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$ 及 0.0083 至 0.0541 $\text{mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1} (\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ 之間；而 DPP 的 P^B_m 與 α 則分別介於 1.56 至 18.25 $\text{mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$ 及 0.0033 至 0.0198 $\text{mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1} (\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$ 之間。從季節的差異性來看，PPP 與 DPP 的 P^B_m 呈現春季 (12.45 ± 6.57 與 $5.37 \pm 3.00 \text{ mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$)、夏季 (11.79 ± 0.88 與 $4.11 \pm 1.72 \text{ mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$) 及秋季 (12.89 ± 6.45 與 $6.28 \pm 5.95 \text{ mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$) 高於冬季 (4.89 ± 1.12 與 $2.37 \pm 0.52 \text{ mgC} (\text{mgChl})^{-1} \text{h}^{-1}$)。 α 在 PPP 及 DPP 上皆無季節性差異。

顆粒態基礎生產力一般高於溶解態基礎生產力。PPP 的範圍介於 8.10 至 122.79 $\text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$ 之間；DPP 的範圍則介於 2.84 至 98.55 $\text{mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$ 之間。從季節的差異性來看，PPP 呈現春季 ($38.96 \pm 23.07 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$)、夏季 ($56.21 \pm 26.92 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$) 及秋季 ($66.18 \pm 41.63 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$) 高於冬季 ($10.50 \pm 1.92 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$)；DPP 則呈現春季 ($16.19 \pm 12.66 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$) 高於冬季 ($4.82 \pm 2.32 \text{ mgC m}^{-3} \text{d}^{-1}$)。而胞外釋放百分比 (Percent Extracellular Release; PER = DPP/TPP) 的範圍介於 17% ~ 45% 之間，但它們在四季上並無明顯的變化趨勢。至於是否有影響胞外釋放百分比的因子，這個問題值得繼續探討。

關鍵字：顆粒態基礎生產力、溶解態基礎生產力、胞外釋放百分比、光合作用參數

Abstract

Marine primary production plays an important role in the ocean. It represents the capacity of phytoplankton photosynthesis, in which phytoplankton convert inorganic carbon into organic carbon. Then, we call the amount of fixed carbon primary production. Marine primary production is divided into two categories, particulate and dissolved primary production. Particulate primary production (PPP) is considered the carbon sequestered as phytoplankton biomass, while the dissolved primary production (DPP) represents mainly the phytoplankton released dissolved inorganic carbon (DOC). PPP is usually transferred to higher trophic levels through grazing, whereas DPP provides an important source of energy for the microbial loop. As the importance of DPP to the microbial loop, however, there are relatively few studies on the DPP research. This study investigated the primary production of both PPP and DPP in the coast of Keelung in the northeastern Taiwan from January 2018 to March 2019. The results improved our understanding for the organic carbon fluxes in the subtropical, coastal northwestern Pacific.

The results showed that the photosynthetic parameters, maximum photosynthesis efficiency (P_m^B) and initial slope (α), of the PPP were higher than those of the DPP. The P_m^B and α of the PPP ranged from 4.10 to 22.60 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹ and from 0.0083 to 0.0541 mgC (mgChl)⁻¹h⁻¹ ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹, respectively. For the P_m^B and α of the DPP ranged from 1.56 to 18.25 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹ and from 0.0033 to 0.0198 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹ ($\mu\text{E m}^{-2} \text{s}^{-1}$)⁻¹, respectively. In seasonal variations, the P_m^B of PPP and DPP in spring (12.45 ± 6.57 and 5.37 ± 3.00 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹), summer (11.79 ± 0.88 and 4.11 ± 1.72 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹) and autumn (12.89 ± 6.45 and 6.28 ± 5.95 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹) were higher than those in the winter (4.89 ± 1.12 and 2.37 ± 0.52 mgC (mgChl)⁻¹ h⁻¹). α showed insignificant seasonal difference in neither PPP nor DPP. The daily PPP was generally higher than DPP. The daily PPP ranged from 8.10 to 122.79 mgC m⁻³ d⁻¹, while the daily DPP ranged from 2.84 to 98.55 mgC m⁻³ d⁻¹. In seasonality, daily PPP was higher in spring (38.96 ± 23.07 mgC m⁻³ d⁻¹), summer (56.21 ± 26.92 mg C m⁻³ d⁻¹) and autumn (66.18 ± 41.63 mg C m⁻³ d⁻¹) than that in winter (10.50 ± 1.92) mgC m⁻³ d⁻¹). The daily DPP in spring (16.19 ± 12.66 mgC m⁻³ d⁻¹) was higher than that in winter (4.82 ± 2.32 mgC m⁻³ d⁻¹). The percentage of extracellular release (PER; = DPP/PPP) ranged from 17% to 45%, showing no significant trend in seasonal variation. The factors which may affect the PER is worth for future research.

Keywords : Particulate primary production 、 Dissolved primary production 、 Percent extracellular release 、 Photosynthetic parameters