

短報

## 夏季タイ湾奥部表層におけるヤコウチュウの分布

古谷研<sup>1)\*</sup>, 小藺健太<sup>2,4)</sup>, Thaithaworn Lirdwitayaprasit<sup>3)</sup>

- 1) 創価大学プランクトン工学研究所 東京都八王子市丹木町 1-236
- 2) 東京大学大学院農学生命科学研究科 東京都文京区弥生 1-1-1
- 3) チュラロンコン大学海洋科学科 Phyathai Rd., Bangkok 10330, THAILAND
- 4) 現所属 東洋水産株式会社

## Surface distribution of *Noctiluca scintillans* in the upper Gulf of Thailand in summer

Ken Furuya<sup>1)</sup>, Kenta Kozono<sup>2,4)</sup> and Thaithaworn Lirdwitayaprasit<sup>3)</sup>

- 1) *Institute of Plankton Eco-engineering, Soka University 1-236, Tangi-cho, Hachioji, Tokyo*
- 2) *Graduate School of Agricultural Sciences, The University of Tokyo 1-1-1, Yayoi, Bunkyo, Tokyo*
- 3) *Department of Marine Science, Chulalongkorn University Phyathai Rd., Bangkok 10330, THAILAND*
- 4) *Present affiliation Toyo Suisan Kaisha, Ltd.*

\* Corresponding author: furuya@soka.ac.jp

2022年4月26日受付, 2022年5月2日受理

**Abstract** Distribution of *Noctiluca scintillans*, nutrients and chlorophyll *a* at the surface was investigated in the upper Gulf of Thailand in summer. Observation was made along two longitudinal lines across the inner gulf during the southwest monsoon period. Significantly high chlorophyll *a* was observed at stations on the northern line compared to the southern line, and the highest abundance was located in the eastern part of the line. This was accompanied by significantly elevated nitrate in the eastern part. Higher abundance of *N. scintillans* cells was observed also along the northern line, and its maximum occurred in the eastern part. The high abundance of both chlorophyll *a* and *N. scintillans* in the northeastern part of the study area supports Sriwoon et al. (2008) who showed a build-up of *N. scintillans* and phytoplankton biomass in the northeastern part of the upper gulf, where surface water circulation alters according to the monsoon cycle: the southwest monsoon induces a clockwise circulation from the west to the east, and the northeast monsoon develops a counterclockwise circulation. Sriwoon et al (2008) concluded that the southwest monsoon circulation produces a favorable condition for growth of *N. scintillans* in the northeast part of the upper gulf. In the present study a significant correlation was found among nitrate, chlorophyll *a* and abundance of *N. scintillans*, suggesting phytoplankton abundance supported by high nitrate availability served as prey for *N. scintillans*. This inference is compatible with findings of Sriwoon et al. (2008).

**Keywords:** *Noctiluca scintillans*, Gulf of Thailand, surface distribution, Southwest monsoon

従属栄養性の渦鞭毛藻ヤコウチュウは濃い赤色の赤潮を形成することが知られているが、東南アジアやアラビア海の沿岸域では鮮やかな緑色のブルームを形成する(齋藤・古谷 2006)。これは細胞内にペディノ藻 *Pedinomonas noctilucae* が共生するためその緑色を呈するからである。タイ湾奥部 (Upper Gulf of Thailand、以下 UGoT) では、この共生藻を持つヤコウチュウブルームにより貧酸素水塊が形成され魚類の斃死やエビ養殖への被害が問題になっている (Suvapepun 1989)。この問題へのとりくみの一環として、貧酸素水塊が形成されやすい夏季の UGoT におけるヤコウチュウの水平分布を調べた。タイ湾は半閉鎖性であり、北側から4つの大きな河川、すなわち西から東へ順に、Mae Klong 川、Tha Chin 川、Chao Phraya 川、Bang Pakong 川が注ぎ (Fig.1)、流入栄養塩により UGoT を富栄養環境にしている (Buranapratheprat et al. 2002)。

観測と採水を UGoT の 14 測点において 2009 年 8 月 24 日から 25 日にかけて行った (Fig. 1)。水温、塩分は多項目水質計 (Model 30; YSI) を用いて測定した。表層からバケツを用いて採水し、クロロフィル *a* (Chl *a*)、栄養塩および検鏡用試料を得た。Chl *a* は、試水を船上にて 25 mm 径グラスファイバーフィルター (Whatman, GF/F) で濾過した後、N, N-dimethylformamide で暗中常温下にて 1 昼夜抽出し、蛍光光度計 (Aquafluor, Turner Design) を用いて濃度を測定した (Suzuki & Ishimaru 1990)。試水を 200  $\mu\text{m}$  目合いのプランクトンネットによりヤコウチュウおよび大型の植物プランクトンを濾別し

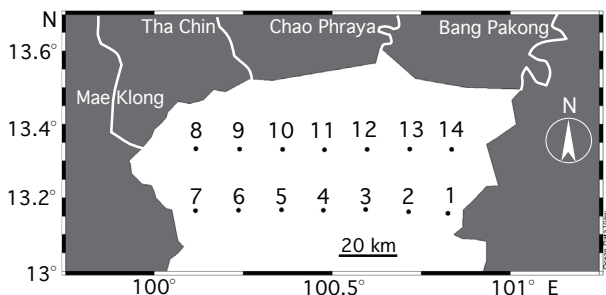


Figure 1. Sampling stations in the upper Gulf of Thailand. Four rivers flow into the northern part of the upper gulf.

た試水の Chl *a* 濃度を同様の方法で測定した (Grashof et al. 1983)。栄養塩濃度は海水試料を冷凍して持ち帰り陸上で測定した。ヤコウチュウ細胞密度は海水 5 L を 60  $\mu\text{m}$  目合いのプランクトンネットで濃縮したものを終濃度 2.0% 中性ホルマリンで固定し、実体顕微鏡下で計数した。

海面水温は 30.1 – 31.9  $^{\circ}\text{C}$  と高く、全測点で水柱は成層していた。塩分は 24.7 – 28.7 で変動し、Bang Pakong 川河口付近の測点 13 および 14 で最も低かった。河川水の影響は硝酸塩の分布に現れ、北側の測線の平均値は南側のそれに比べて有意に高かった ( $p < 0.05$ , Fig. 2)。一方、アンモニウム塩、リン酸塩はそれぞれ 0.96 – 5.0  $\mu\text{M}$ 、0.84 – 1.88  $\mu\text{M}$  の範囲で変動したが南北の測線間での有意差は認められなかった。窒素:リン比は

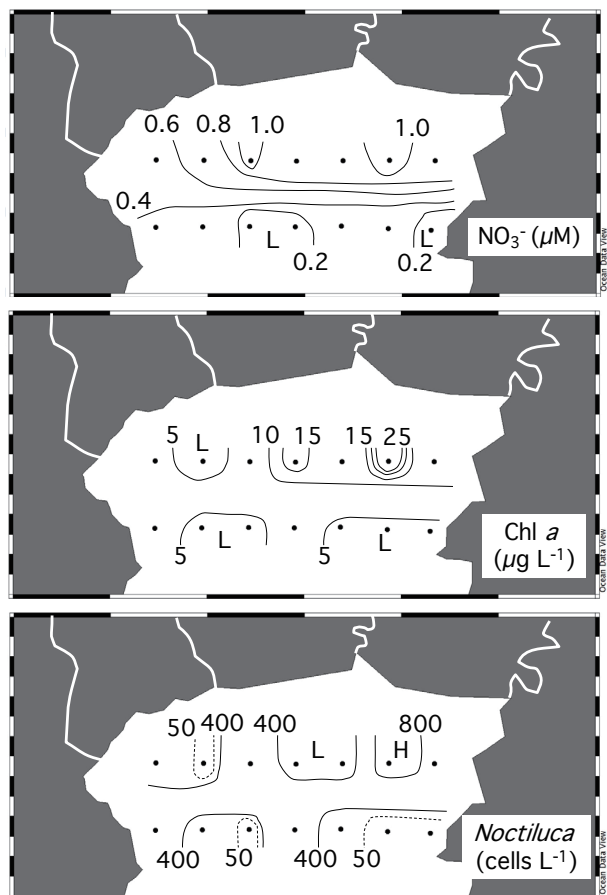


Figure 2. Distribution of nitrate (top), chlorophyll *a* (middle) and cellular abundance of *N. scintillans*.

Table 1 Pearson correlation matrix among temperature, salinity, nitrate, ammonium, phosphate, chlorophyll *a* and cellular abundance of *Noctiluca* in the upper Gulf of Thailand.

	temperature	salinity	nitrate	ammonium	phosphate	Chl <i>a</i>
temperature	1					
salinity	-0.48	1				
nitrate	-0.21	0.02	1			
ammonium	0.38	-0.27	-0.07	1		
phosphate	0.06	0.039	0.56*	0.03	1	
Chl <i>a</i>	-0.39	-0.19	0.62*	-0.16	0.29	1
Noctiluca	-0.27	-0.36	0.72*	0.05	0.34	0.81*

\* significant at  $p < 0.01$  ( $n=14$ )

1.4 – 3.9 で変動しており調査海域全域が窒素制限の状態であることを示した。

Chl *a* は南の測線の平均値よりも北の測線のそれが有意に高く ( $p < 0.05$ )、北の測線では東に向かって有意な増加傾向を示した ( $p < 0.05$ , Fig. 2)。ヤコウチュウは全測点で出現し、4 – 945 細胞  $L^{-1}$  の間で変動した。細胞数は南の側線よりも北の側線で高く、特に北の測線では東に向かって有意な増加傾向が認められ ( $p < 0.05$ )、分布の極大は Chao Phraya 川および Bang Pakong 川河口沖の測点 13 であった (Fig. 2)。UGoT における表層水の循環はモンスーンサイクルに応じて変化する (Buranapratheprat & Yanagi 2003)。すなわち 3 月から 9 月の南西モンスーン期には時計回りの循環が卓越し、表層水は西側から東側に向かい、11 月から 2 月の北東モンスーン期には反時計回りの循環が卓越し、南から低栄養塩濃度の海水が UGoT 東部に流入する。この循環に伴い、UGoT ではヤコウチュウブルームの発生場所が変化し、南西モンスーン期には東部で、北東モンスーン期には西部で発生する (Sriwoon et al. 2008)。本研究において北側測線の東部で高い Chl *a* 濃度およびヤコウチュウ現存量が観察されたのは南西モンスーン期にあたっていたためこの現象を捉えたものといえる。

ヤコウチュウ細胞数は硝酸塩および Chl *a* と有意な正の相関を示した ( $p < 0.01$ , Table 1)。北の測線では *Chaetoceros* 属を主とする中心目珪藻が卓越していた

が、*P. noctilucae* 自体が含有する Chl *a* とともに東部において高い Chl *a* 濃度をもたらした。UGoT では河川流量が南西モンスーン期に顕著に増加するため (Buranapratheprat et al. 2002)、流入した栄養塩を利用して植物プランクトンブルームが発生したと考えられる。Sriwoon et al. (2008) は、UGoT の Bang Pakong 川河口沖における観測において、Chl *a* 濃度とヤコウチュウの細胞密度が正に相関したことを、およびヤコウチュウ細胞密度が高い測点では細胞内に多くの食胞が認められたことから、植物プランクトンの摂餌によりヤコウチュウが高い増殖活性を得た可能性が高いことを指摘している。本研究においても多くのヤコウチュウ細胞内に食胞が観察されており、硝酸塩と Chl *a* の有意な相関 (Table 1) は、硝酸塩を利用して増殖した餌生物をヤコウチュウが摂餌して高い増殖活性を得ていた可能性を示唆する。

## 引用文献

- Buranapratheprat A, Yanagi T (2003) Seasonal variations in circulation and average residence time of the Bangprakong estuary, Thailand. *La Mer* 41: 199–213.
- Buranapratheprat A, Yanagi T, Boonphakdee T, Sawangwong, P (2002) Seasonal variations in inorganic nutrient budgets of the Bangpakong estuary, Thailand. *J Oceanogr* 58: 557–64.
- Grasshoff K, Ehrhardt M, Kremling K (1983) *Methods of Seawater Analysis*, 2nd ref ed., Verlag Chemie

GmbH, Weinheim, 419p.

齋藤春菜・古谷 研 (2006) 微細藻類の細胞内共生：  
夜光虫と緑色鞭毛藻 *Pedinomonas noctilucae*. 日本  
プランクトン学会報 53: 14-21.

Sriwoon R, Pholpunthin P, Lirdwitayaprasit T, Kishino  
M, Furuya K (2008) Population dynamics of green  
*Noctiluca scintillans* (Dinophyceae) associated with  
the monsoon cycle in the upper Gulf of Thailand. J  
Phycol 44: 605-615.

Suvapepun S (1989) "Occurrences of red tide in the Gulf  
of Thailand." In Red Tides. Biology, Environmental  
Science and Toxicology (eds Okaichi T, Anderson D  
M & Nemoto T). Proc. First Int. Symp. Red Tides,  
Takamatsu, Japan. Elsevier, New York, pp. 41-44.

Suzuki R, Ishimaru, T (1990) An improved method for  
the determination of phytoplankton chlorophyll using  
N, N-dimethylformamide. J Oceanogr Soc Japan 46:  
190-194.