

## 1988年夏季, 下関競艇場に発生した 光合成細菌による赤潮<sup>\*1</sup>

上野俊士郎<sup>\*2</sup>・満谷 淳<sup>\*2</sup>・本田清一郎<sup>\*3</sup>・武居 薫<sup>\*2</sup>

### Occurrence of the Red Tide of a Photosynthetic Bacterium in the Pool of Shimonoseki Motorboat Race in Summer, 1988<sup>\*1</sup>

Shunshiro Ueno<sup>\*2</sup>, Atsushi Mitsutani<sup>\*2</sup>, Sei-ichiro Honda<sup>\*3</sup>,  
and Kaoru Takesue<sup>\*2</sup>

Red tide of a photosynthetic purple bacterium, *Lamprocystis* sp., occurred in the pool of Shimonoseki Motorboat Race (maximum water depth, 5.5 m) in late August of 1988. On September 7, the authors collected water samples at depths of one meter intervals.

*Lamprocystis* sp. was found in densities of more than  $10^5$  cells/ml only in the deep layers (4 m and 5 m depths), which were colored light pink. Chlorinity was greater than 18 ‰ in the deep water. Dissolved oxygen was 0.29 mg/l at 4 m and was not detected at 5 m. Hydrogen sulfide was 1.14 mg/l at 5 m.

The surface water of the pool was exchanged for sea water through a channel and over the bank only at high tide. It is considered that *Lamprocystis* sp. was able to increase to a high density in the bottom water, which was rich in hydrogen sulfide. Since the sea water level was very high at the flood tide in late August, a great amount of higher saline sea water would pour into the bottom of the pool. As a result, the bottom water with high cell densities of the photosynthetic purple bacteria might rise to the surface and the red tide might spread over the pool accompanied by a sulfurous odor and the fish kills.

#### 1 緒 言

1988年8月下旬, 下関競艇場プールの表層水が赤紫色に着色し, プール表面にペンキ様の濃い赤紫色をした浮遊体が湧き上がる赤潮が数回にわたり発生した。この赤潮はイ

オウ臭を放ち, 発生と同時に競艇場内に棲息していたコノシロ, ボラ, クロダイなどの魚類が斃死した。

本研究では, 赤潮原因生物の分類学的性質と赤潮発生時の環境について報告し, その発生機構について考察した。

水産大学校研究業績 第1480号, 1994年6月21日受付。

Contribution from Shimonoseki University of Fisheries, No.1480. Received June 21, 1994.

\*1 平成元年度日本水産学会春季大会(東京)にて発表。

\*2 水産大学校増殖学科水産環境学講座(Laboratory of Environmental Science, Department of Biology and Aquaculture, Shimonoseki University of Fisheries).

\*3 福岡県水産海洋技術センター(Fukuoka Fisheries and Marine Technology Research Center).

## 2 下関競艇場プールの概要

下関競艇場プールは下関市長府に位置し、周防灘北西端域に面する(Fig. 1)。プールは長さが約550m、幅が170mの長方形で、水深は最も深い中央部で約5.5mあった。競艇場プールの北側と南側にはそれぞれ浅い運河と堰があり、これらを通じて満潮時にプール表層水の一部と外海水が交換していた。また、プールには数本の下水管が開口し、これらより雨水や生活廃水が流入していた。

## 3 材料および方法

1988年9月7日の午前10時前後にプール中央の最深部で深さ1m毎に試水を採取し、水温、塩素量、溶存酸素量、硫化水素濃度を測定した。塩素量は硝酸銀滴定法、溶存酸素量はウィンクラー法、硫化水素は水蒸気蒸留法により測定した。また同試水を生物顕微鏡下で観察して、赤潮生物の細胞密度を計測した。赤潮生物の細胞形態はノマルスキー型微分干渉顕微鏡を用いて観察した。また、赤潮生物のシ

ョ糖飽和懸濁液を325-940nmの波長域で10nm毎に分光光度計により測定し、赤潮生物の吸光特性を観察した。

## 4 結果

### 4.1 赤潮生物

試料を採集した9月7日には、プール表層に赤潮は認められなかったが、水深4mと5mの試水は薄いピンク色を呈し(Fig. 2)、底層水は赤潮状態にあった。また、プールの護岸近くや護岸石上には8月下旬に発生した赤潮の残存物と思われる赤紫色の浮遊物や付着物が観察された(Fig. 3)。

水深5mの試水には、細胞長径が5-7μmのやや楕円形で運動性をもつ生物が優占して存在し、その細胞内にはガス胞が認められた(Fig. 4)。また、プールの護岸近くで採集した赤紫色の浮遊物は5mの試水中に観察されたものと同じ生物より構成されていた。細胞のショ糖懸濁液は380、590、800と830nmにbacteriochlorophyllに特有の吸収極大などを示した(Fig. 5)。以上の観察結果より、赤潮原因生物は光合成細菌 *Lamprocystis* sp.と同定された<sup>1)</sup>。

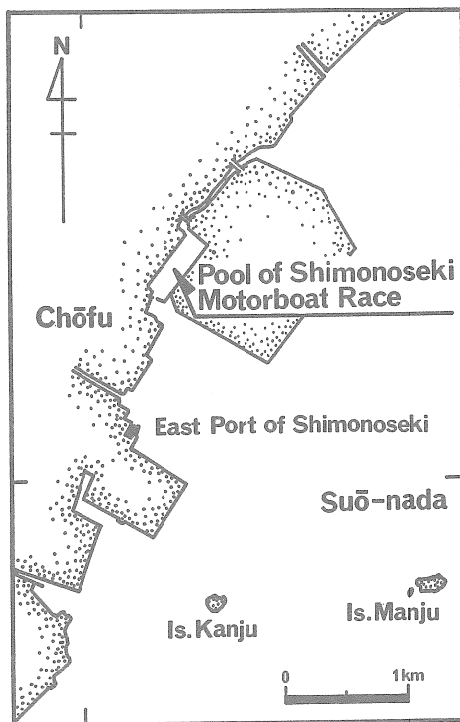


Fig. 1. Location of the pond of Shimonoseki Motorboat Race.

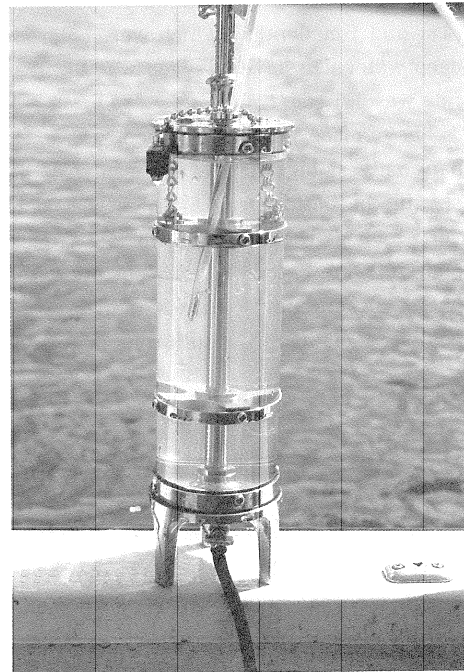


Fig. 2. Colored water sampled at 5 meters depth of the pond of Shimonoseki Motorboat Race with a Kitahara-type water sampler.



Fig. 3. Purple materials suspended in the surface water and attached to stones of the shore protection of Shimonoseki Motorboat Race.



Fig. 4. Photograph of purple bacteria, *Lamprocystis* sp. suspended in the bottom water (5 meters depth) of the pond of Shimonoseki Motorboat Race.

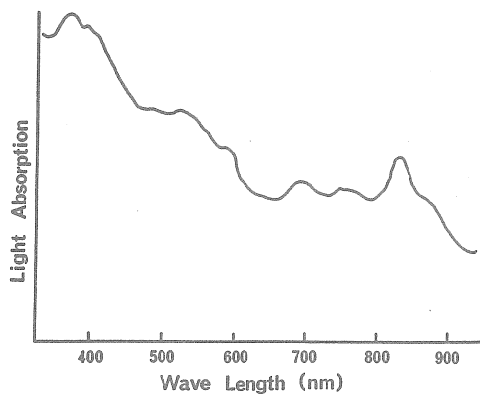


Fig. 5. Absorption spectrum of living cell suspension in a saturated sucrose solution.

#### 4.2 赤潮生物と水質の鉛直分布

Fig.6 に赤潮原因種の *Lamprocystis* sp. の細胞密度と各種環境要因 (水温, 塩素量,  $\sigma_t$ , 溶存酸素, 硫化水素) の鉛直分布を示した。

*Lamprocystis* sp. は, 2 m 以浅の表層では 50 cells/ml 以下の細胞密度にすぎなかったが, 4 m と 5 m では  $10^5$  cells/ml を超える高い細胞密度で分布していた。すなわち, 本種の赤潮は底層に偏って分布していた。

水温は中層の 2-4 m で 26.8°C と最も高く, 0 m で 25.3°C と最も低かった。一方, 塩素量は 0 m で 11.4‰ と低かったが, 1 m では 16.4‰ まで急激に増加し, 底層の 4 m と 5 m では 18‰ 以上の高塩素量を示した。すなわち, 淡水流入の影響は表層に偏り, 中底層には関門海峡域でふつうにみられるやや高い塩素量の海水が分布していた。 $\sigma_t$  は塩素量とよく類似した垂直分布を示した。この  $\sigma_t$  の鉛直分布は, プ

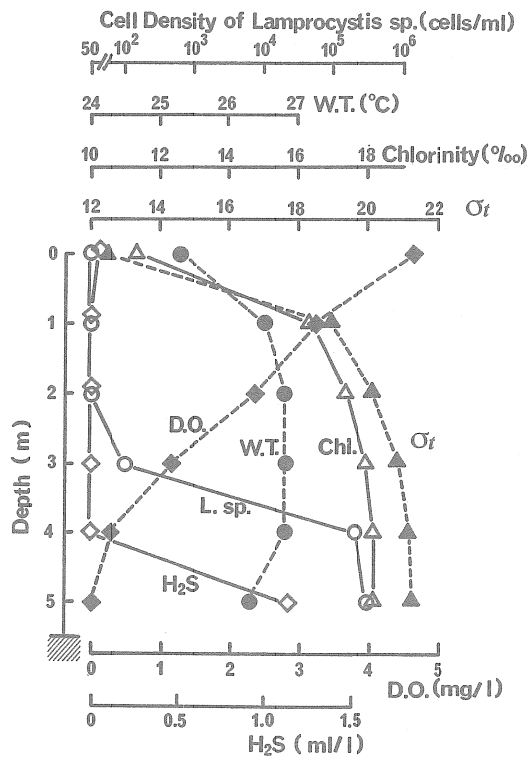


Fig. 6. Vertical distributions of temperature, chlorinity, density ( $\sigma_t$ ), dissolved oxygen, hydrogen sulfide, and photosynthetic bacteria in the pool of Shimonoseki Motorboat Race on Sept. 7, 1988.

ール水が表層域で垂直的に混合しにくい、3 m以深の中底層では混合が起きやすい状態にあったことを示している。また、溶存酸素量は0 mでの4.63mg/lから、4 mまで水深とともに直線的に減少し、底層4 mでは0.29mg/lの低濃度、5 mでは0.00mg/lの無酸素状態であった。硫化水素は5 mで比較的高い濃度の1.14mg/lを示した。しかし4 m以浅では、0 mで0.04mg/lの低い濃度で検出されたほかはいずれも未検出であった。また、採集時の4 mと5 mの試水は弱いイオウ臭を発していた。

## 5 考 察

調査時にプール周辺の護岸付近で観察された赤潮の残存物が、底層に偏って分布していたものと同じ *Lamprocystis* sp.より構成されていたことから、8月下旬に発生した赤潮はプールの底層域に高密度に分布していた *Lamprocystis* sp.が何らかの原因で大規模に表層に浮上して起きたものと考えられる。

下関競艇場プールには下水管をとおして有機物を含む生活廃水が流れ込んでいるうえに、水の交換が少ないため、夏季の顕著な密度成層形成時には、好気性細菌による底泥有機物の酸化分解により底層水の貧酸素化が起き、硫酸還元菌により海水中の硫酸イオンから硫化水素が生成されたことは容易に想像できる。この硫化水素層の直上に硫化水素を利用する光合成イオウ細菌の1種である *Lamprocystis* sp.が高密度に繁殖したのと考えられる。光合成イオウ細菌の硫化水素層の直上での高密度繁殖については、福井県の水月湖<sup>2,3)</sup>や鹿児島県甕島の貝池<sup>4,5)</sup>などですでに報告されている。このうち、鹿児島県甕島貝池では、中層に高密度に優占する *L. roseopersicina*が不定形の浮遊体を形成して湖面を覆うという、本研究の下関競艇場の赤潮とよく類似した現象が報告されている<sup>6)</sup>。

本赤潮が発生した8月下旬はその前後で最も満潮位が高

い大潮期に当り、平時は少量しか流入しない外海水が堰と運河をとおしてプールに大量に流入したと考えられる。外海水は塩分濃度が高いためプールの底層に進入し、底層に繁殖していた *Lamprocystis* sp.を押し上げ、その結果表層が赤潮状態を呈したものと推察される。この時に、生育場所を失ったボラなどの魚類が斃死したと推察される。下関競艇場プールで光合成細菌による赤潮は今回初めて観察されたが、硫化水素層直上での特有の繁殖生態のために、底層において *Lamprocystis* sp.が大増殖していてもそれまで気づかれなかった可能性は大きいと思われる。

同競艇場プールでの本赤潮発生の防止対策として、下水管からの有機物の流入を少なくすること、また満潮時に限られたプール水と外海水の交換を効率良くすることは、赤潮の発生機構からみて有効と考えられる。

## 6 謝 辞

光合成細菌の同定についてご教示を頂いた長崎大学水産学部の松山通郎教授に衷心より謝意を表する。

## 参考文献

- 1) H. G. Trüper and N. Pfennig : in "The Prokaryotes. A Handbook on Habitats, Isolation, and Identification of Bacteria, Vol.1" (eds. by M. P. Star et al.), Springer-Verlag, Berlin, 1981, pp.299-312.
- 2) M. Matsuyama and Y. Saijo : *J. Oceanogr. Soc. Jpn.*, **27**, 197-206(1971).
- 3) M. Matsuyama : *J. Oceanogr. Soc. Jpn.*, **29**, 53-60 (1973).
- 4) M. Matsuyama : *Ver. Internat. Verein. Limnol.*, **21**, 979-986(1981).
- 5) 松山通郎 : 日本微生物生態学会報 **3**, 35-46 (1988).
- 6) M. Matsuyama : *Jpn. J. Limnol.*, **46**, 192-198 (1985).