

## 珪藻類休眠期細胞を活用した有害赤潮の発生防除に関する研究 (仮題)

(卒業論文中間発表)

### 【はじめに】

わが国における有害赤潮は西日本の沿岸域を中心に多く発生し、養殖魚介類を大量斃死させ、甚大な漁業被害を引き起越すことが、大きな問題となっている。瀬戸内海は、ほぼ毎年漁業被害が生じる海域であり、有効な赤潮対策が急務となっている。これまでに、様々な直接的対策が提案され、試されてきたが、コストや環境面の問題から殆ど実用化には至っていない。そこで近年、環境に優しく、コストのかからない赤潮防除法として、海底耕耘が提案されている。これは、海底泥中に豊富に存在する珪藻休眠期細胞を有光層に巻き上げて発芽させ、生じた栄養細胞の増殖により水柱の栄養塩の消費を通じて有害赤潮鞭毛藻類の増殖を未然に防ぐという手法である。2016年には、広島県福山市沿岸域において、実際に *Chattonella* 赤潮が発生する前に海底耕耘が実施され、珪藻類の増殖と *Chattonella* の増殖抑制が確認された。しかし、赤潮予防の実用化に向けて現場データの蓄積が乏しいのが現状である。

本研究では、海底耕耘を赤潮発生前に行い、実用化に向けたさらなるデータの集積を目指した。また、海底耕耘の前と後の現場海水を用いた培養実験や、海底泥を投入したメソコズム実験等を通して、珪藻類休眠期細胞の赤潮防除に向けた活用の有効性について検討した。

### 【材料と方法】

#### 1. 海底耕耘を活用した *Chattonella* 赤潮の発生予防の試み

広島県福山市鞆の浦沿岸において、2017年6月26–29日および7月24–28日の期間、0(耕耘前)、1(耕耘直後)、3または4日目に採水及び水理環境の測定を行った。また、0日目と最終日には、エクマンバージ採泥器による採泥を行った。耕耘区内を実験区A、耕耘区外を実験区Bと設定し(共に水深約5m)、耕耘は、6月26日と7月24日の調査後及び、6月27日と7月25日の調査直前の合計2回を各実験の際に実施した。海水試料はポリバケツとバンドン採水器を用い、各実験区の定点(水深約5m)において表層、2m、4mの各3層から、水深4m以上の場合はbottomを追加し、各4層から採取した。得られた海水試料は植物プランクトンの同定と計数に供し、試水をろ過して栄養塩の測定を行った。植物プランクトンの同定・計数は、実験区A(耕耘区内)でのみ行った。海底堆積物試料はMPN法により珪藻類休眠期細胞の組成と密度を測定した。

#### 2. 海底耕耘後の現場海水を用いた培養実験による珪藻類と *Chattonella* の競合試験

実験は2017年6月26日–7月3日、7月24日–8月1日の間、各々約1週間実施した。現場海水試料は海底耕耘実施直前、及び直後の耕耘区内の2m層より採取し、それぞれ実験区C、Dとした。それぞれの試料は3本立てとし、インキュベータ内にて温度25°C、光強度 $200 \mu \text{mol}^{-1} \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 、明暗周期14hL:10hDの条件下で培養した。培養開始から約3日間は毎日、その後は隔日で副試料を採取し、植物プランクトンの同定と計数、栄養塩の測定に用いた。

#### 3. メソコズムを用いた海底耕耘の効果の検証

調査は、広島県福山市田尻港において、2017年7月24–31日の期間、0(メソコズム設置直前)、1、4、7日目に採水及び水理環境の測定を行った。7月24日に深さ2.5m、直径1mのメソコズムを栈橋(水深約4m)に設置し、同日耕耘区内にて採取した海底泥を、海水中の泥濃度が $0.1 \text{g L}^{-1}$ となるように2.5kg散布した。メソコズム内を

実験区 X, メソコズム外を実験区 Y と設定した。海水試料はポリバケツとバンドン採水器を用い, 表層から 1 m ごとの各層から採取した。得られた海水試料は植物プランクトンの同定と計数に供し, 栄養塩および Chl. *a* の測定を行った。

## 【結果】

### 1. 海底耕耘を活用した *Chattonella* 赤潮の発生予防の試み

6月の調査期間中, 水温は 20.6–24.6°C, 塩分は 30.3–33.2 の範囲で変動した。珪藻類休眠期細胞は  $3.58 \times 10^4$ – $3.43 \times 10^5$  MPN g<sup>-1</sup> wet sediments の範囲で検出され, 0 日目の実験区 A で羽状目珪藻類 ( $6.60 \times 10^3$  cells MPN g<sup>-1</sup>) と中心目珪藻類 ( $1.02 \times 10^3$  MPN g<sup>-1</sup>) が同程度の割合で存在していた。植物プランクトンの変動を見ると, 珪藻類は 0 日目に 1590–2160 cells mL<sup>-1</sup> 存在していたが, 3 日目には約 2 倍の 3620–3980 cells mL<sup>-1</sup> まで増加した。一方 *Chattonella* 属 は 0 日目に最大 91 cells mL<sup>-1</sup> (2 m) 存在したが, 3 日目には 0–2 cells mL<sup>-1</sup> にまで減少した。

7月の調査期間中, 水温は 25.4–27.6°C, 塩分は 30.8–32.4 の範囲内で変動した。実験区 A で珪藻類休眠期細胞は  $6.15 \times 10^4$ – $6.41 \times 10^5$  MPN g<sup>-1</sup> wet sediments の範囲で分布していた。珪藻類は 4 日目の表層において 0 日目 (25 cells mL<sup>-1</sup>) の約 70 倍 (1680 cells mL<sup>-1</sup>) まで増加した。*Chattonella* 属は 0 日目に 5–12 cells mL<sup>-1</sup> と低密度に分布しており, 4 日目には 0–2 cells mL<sup>-1</sup> まで減少した。

以上から, 実験区 A において, 両月とも珪藻類の卓越ならびに有害藻類である *Chattonella* spp. の増殖抑制が達成できた。

### 2. 海底耕耘後の現場海水を用いた培養実験による珪藻類と *Chattonella* の競合試験

6月の実験期間中, 実験区 C で, DIN が培養開始後徐々に減少していたが, 3 日目に高い値を示した。SiO<sub>2</sub>-Si と PO<sub>4</sub>-P はともに低い値で推移した。植物プランクトンの変動を見ると, 珪藻類は実験区 C, D の培養海水の両方において, 実験期間を通して *Chattonella* 属よりも有意に優占していたが, 2 日目以降, 徐々に減少した。これは, 栄養塩の枯渇によるものと考えられる。

7月の実験期間中, 実験区 C で, DIN は培養開始 3 日目まで減少傾向にあったが, 6 日目に 9 μM 近くまで上昇し, その後再び減少した。珪藻類に着目すると, 実験区 C では実験開始 5 日目には 0 日目の約 40 倍 (2520 cells mL<sup>-1</sup>), 実験区 D では 6 日目に 1 日目の約 11 倍 (726 cells mL<sup>-1</sup>) まで増殖した。実験期間中, 珪藻類は *Chattonella* 属よりも有意に優占していた。

### 3. メソコズムを用いた海底耕耘の効果の検証

実験期間中, 水温は 25.6–30.4°C, 塩分は 30.0–32.3 の範囲内で変動した。植物プランクトンの変動を見ると, 珪藻類は実験区 X の全層において, 実験開始 7 日目に 0 日目の約 10 倍増殖し, 表層で最大密度 2160 cells mL<sup>-1</sup> 検出された。一方, メソコズムの外の実験区 Y では, 実験開始 7 日目に珪藻類の増殖はメソコズム内の実験区 X よりも非常に少ない値を示し, *Chattonella* 属は 2 m 層で 833 cells mL<sup>-1</sup> まで増殖していた。以上から, 実験区 X では実験区 Y と比較して *Chattonella* の増殖が抑えられており, 珪藻類休眠期細胞を豊富に含む海底泥を散布したことにより, 珪藻類が水柱で優占したものと考えられる。

## 【今後の予定】

作図を完成し, 上記のデータの考察を行い, 各実験の結果を関連付けて, 統一的に考察を加え, 珪藻類を活用した有害藻類による赤潮の予防策について必要な事項を整理する。

中野温美