

## 内湾の粒状有機物生産におよぼす栄養塩添加パターンの影響

|              |      |       |
|--------------|------|-------|
| 東北大学工学部      | 学生会員 | ○山口 慶 |
| 東北大学大学院工学研究科 | 学生会員 | 大原 光司 |
| 東北大学大学院工学研究科 | 正会員  | 西村 修  |
| 東北大学大学院工学研究科 | 正会員  | 坂巻 隆史 |

### 1 導入

内湾には多様な生物が存在しており、生物多様性を維持し、生態系サービスの恩恵を持続させるためには、湾内の生物生産の機構を理解し、生態系を適切に保全することが重要である。海水中の粒状有機物は、一時消費者の生産を支えるとともに、湾内環境を考える上で重要な指標であるD0の挙動にも密接に関係する、

一方、湾内への栄養塩の供給経路は降雨や河川流入、底層からの溶出など複数あり、湾内の一次生産に大きく影響を及ぼしている。そのうちの一つである河川流入由来の栄養塩は、湾に対し定常的に供給されるときもあれば、激しい降雨などに伴って急激に供給される場合もあり、それぞれの供給パターンに対して生態系は異なって反応しうる。先行研究に倣って、本研究では前者をpressパターン、後者をpulseパターンの栄養塩流入現象と定義する。前者のパターンでの栄養塩供給は食物連鎖網の拡大、生物種、生物数の増加に寄与するが、後者の影響は比較的穏やかなものになるとの報告もある。（Murphy et al. 2012）

今後、人為的活動や気候変動などで今後内湾への栄養塩流入パターンが大きく変化することが予想される中、そのパターンの変化が湾内の特性にどう影響を及ぼすかに関して研究する必要性が高まっている。本研究では、宮城県の南三陸町にある志津川湾を対象とし、当該湾の海水を用いて実験を行い、栄養塩流入パターンの変化によって海水内の粒状有機物がどのような量、質的变化を呈するのかを評価した。さらに粒状有機物の生産の主役である植物プランクトンの酸素生産能力への影響を評価した。

### 2 実験方法

2019年7月19日に志津川湾にて海水を採取し、計18タンクの海水をサンプルとして10日間培養した。

9タンクをpulse系とし、残りをpress系として2系に分け、それぞれ20Lタンク3つ、10Lタンク6つを一定の照度で培養した。この時の照度は当該湾の表層における平均照度に近い値の2000luxを用いた。

Pulse系には実験開始時に20Lタンクに対して2mLの $\text{NaNO}_3$ と200 $\mu\text{L}$ の $\text{NaH}_2\text{PO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 、10Lタンクに対して同じ栄養塩を1mL、100 $\mu\text{L}$ ずつ添加し、その後は添加を行わなかった(pulseパターン添加)。そしてPress系では20Lタンクに対し実験開始時とそれから24時間おきに200 $\mu\text{L}$ と20 $\mu\text{L}$ の添加を、10Lタンクに対しては100 $\mu\text{L}$ 、10 $\mu\text{L}$ ずつ実験期間中毎日行った(pressパターン添加)。press系の添加量は当該湾で観測された平均栄養塩濃度に近い値を取るようにした。なお、実験期間における両系に対する栄養塩の添加総量は等しくした。

実験開始後、両系のサンプルを使って24時間おきに蛍光強度測定をした。Pulse系で蛍光強度が最大となった時点をピーク時ととらえ、実験開始時、ピーク時、実験終了時(10日後)の全三回で両系よりサンプルを採取し、POC、脂肪酸並びに酸素生産速度の測定を行った。酸素生産速度は、試水をバイアル中に密封し試料の溶存酸素濃度を蛍光式非接触型D0センサー(PreSens社)を用いて時系列で測定した結果より算出した。ここでは24時間におけるD0変化の割合を酸素生産能力として計算した。脂肪酸組成分析にはスクロマトグラフ(GC-2014, 株式会社島津製作所; キャピラリーカラムはSelectFAME, 100m, 0.25mm, Agilent社)を用いた。POC測定には全炭素測定計TOC-L+SSM(島津製作所)を用いた。

### 3 結果と考察

#### 3-1. 栄養塩添加パターンが粒状有機物の生産に及ぼす影響

蛍光強度はピーク時にpulse, press系間で大きく異なったが、いずれの系も蛍光強度は3日目に最大となった(図1)。また実験終了時には蛍光強度に両系間で差がみられなかった。マーカー脂肪酸総量と組成は、時間ごとに2系間で異なる変化をした(図2)。細菌マーカーと珪藻マーカーで目立った量変化が起きたのは、添加された栄養塩が特にこれら生産者に優先的に摂取され、生産に利用された可能性が考えられる。POCは

key words: 粒状有機物 植物プランクトン 栄養塩  
連絡先: 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字  
生態工学研究室 TEL:022-795-7473

栄養塩添加パターン  
6-6-06 東北大学工学部 建築社会環境工学科 環境  
FAX:022-795-7471

わずかに減少傾向にあったが、2系間での大きな差は見られなかった。(図3)

蛍光強度は大きく変化したにもかかわらず POC の変化が小さかったのは、生産された植物プランクトンが死滅後も粒状有機物として残存し POC としては大きく変化しなかったためではないかと考えられる。

### 3-2. 二つの栄養塩添加パターンが粒状有機物の酸素生産能力に及ぼす影響

蛍光強度当たりの酸素生産能力は、press 系に対し、pulse 系のほうが低くなる傾向がみられた。(図4) これは、栄養塩濃度変化の結果(図5)をふまえると、pulse 系では栄養塩濃度が急激に上昇したのちに栄養塩濃度が低かったことから、急激な栄養塩添加によって増殖した植物プランクトンによって短時間に栄養塩が急激に消費されたのち、系内の植物プランクトンが飢餓状態に陥ったことによって植物プランクトンの酸素生産能力が低下したためと考えられる。

一方 press 系では、植物プランクトン増加が比較的穏やかで、栄養塩濃度も低いながら一定に保たれた。そのため、植物プランクトンは飢餓状態に陥ることなく、定常的な栄養塩供給によって、植物プランクトンの酸素生産能力は比較的高く維持されたと考えられる。

### 4 まとめ

pulse 系と press 系では、酸素生産能力は pulse 系で低くなる傾向が見られ、栄養塩添加パターンの変化に起因する植物プランクトンの栄養状態の低下が原因と考えられた。

今後の展望としては系の実験開始時の栄養塩濃度を変えることによって酸素生産能力がどの程度減るのかを定量的に観測することで、植物プランクトンの栄養状態と酸素生産能力の関係性をより詳細に評価することを目指すなどがある。

### 5 参考文献

Fong & Peggy Fong (2018) Nutrient Fluctuations in Marine Systems: Press Versus Pulse Nutrient Subsidies Affect Producer Competition and Diversity in Estuaries and Coral Reefs

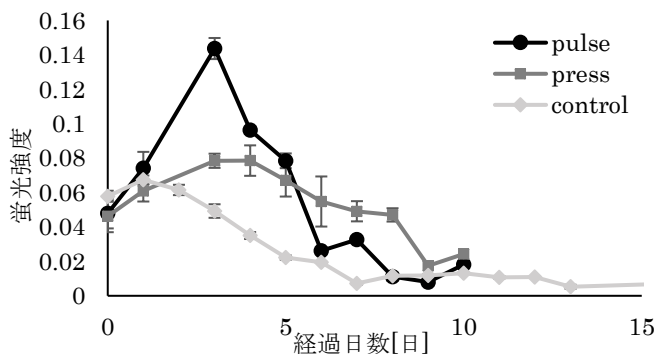


図1. 蛍光強度変化(control系はサンプル採取後栄養塩を添加しない系)

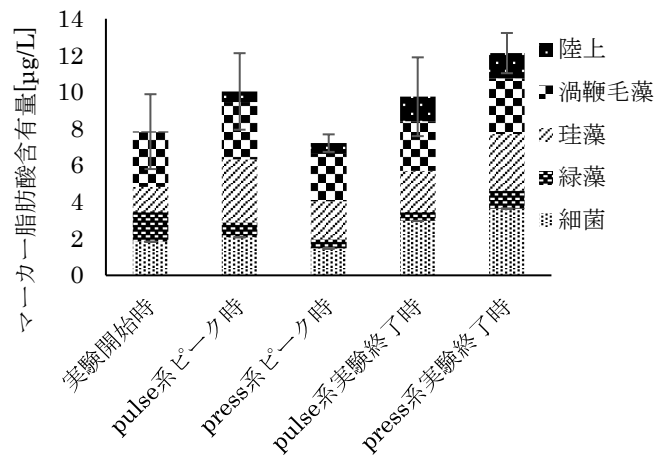


図2. マーカ脂肪酸量と組成変化

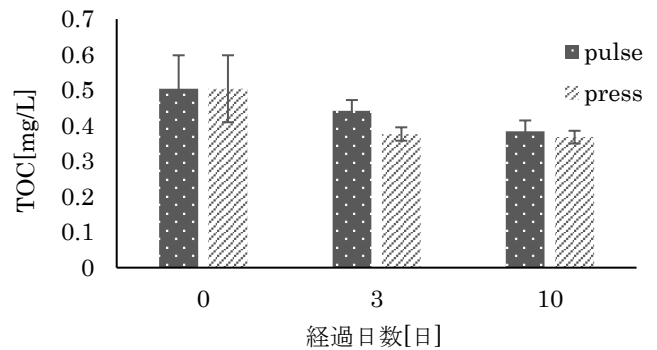


図3. POC 変化

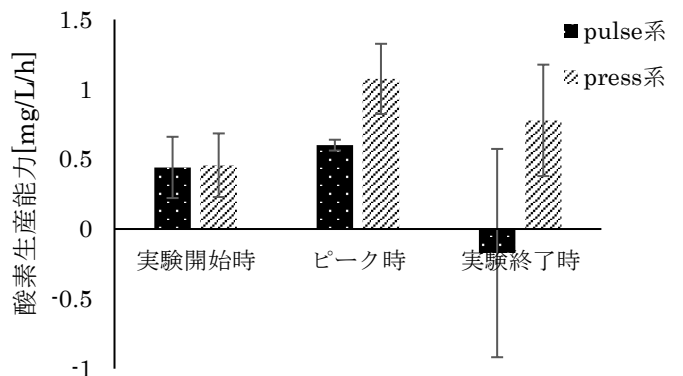


図4. 単位蛍光強度あたりの酸素生産速度

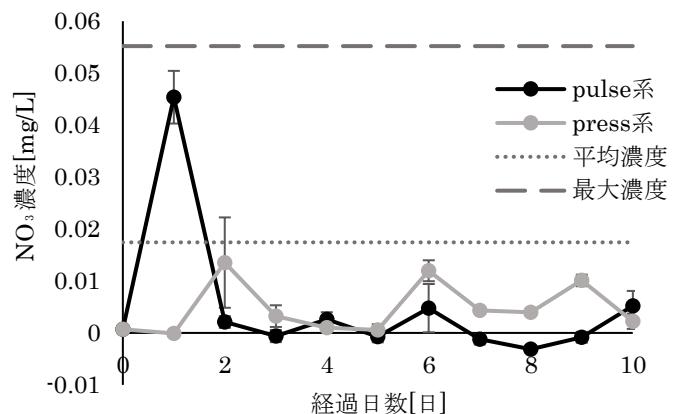


図5. 栄養塩濃度変化(当該湾の過去2年で観測された平均栄養塩濃度と最大栄養塩濃度を合わせて示す)