

Chlorella vulgaris の未処理の養殖循環水中での増殖特性

鳥取大学	学生会員	○迫本	拓也
鳥取大学	正会員	高部	祐剛
鳥取大学	正会員	増田	貴則
鳥取大学	正会員	星川	淑子

1.序論

近年、かけ流し養殖より環境負荷が小さい閉鎖循環式養殖システムが注目されている。養殖循環水には、システム内で処理されなかったアンモニアを含む窒素が残存する。アンモニアは魚の成長に悪影響を及ぼすため、微細藻類を用いてアンモニアを含む窒素の除去が試みられている。しかし、従来の知見では、養殖循環水を用い微細藻類を培養する際、閉鎖循環式養殖システム内の水(養殖循環水)の希釈¹⁾といった前処理が行われている。

本研究では、希釈といった前処理を無くすために、未処理の養殖循環水を直接使い、有用特定微細藻類の優占培養および養殖循環水からのアンモニアを含む窒素の除去を目的とし実験的考察を行った。具体的には、CO₂ ガス添加が特定微細藻類の増殖に及ぼす影響を把握した上で、土着藻類(与えられた環境で自然に増殖する微細藻類)および特定微細藻類の回分培養を行うことで土着藻類および特定藻類の比増殖速度を把握、比較した。また、この結果をもとに、未処理の養殖循環水で有用特定藻類の優占培養を試みた。

2.研究方法

養殖循環水は鳥取県境港市で共和水産(株)が保有するギンザケを対象とした閉鎖循環式養殖システムから採取した。特定微細藻類として、ギンザケの飼育温度で培養可能であり、淡水で生息しており、動物プランクトンの餌や健康食品など幅広い活用が見込める *Chlorella vulgaris* (NIES-642)を使用した。

本研究では、実験 1 として、CO₂ ガス添加あり(培養液中 pH8 を指標に添加)、なしの 2 つの系に分けて、ろ過滅菌を施した養殖循環水に *Chlorella vulgaris* を植え継ぎ、培養することで CO₂ ガス添加が *Chlorella vulgaris* の増殖に及ぼす影響を把握した。次に実験 2 として、土着藻類を培養することで土着藻類の増殖特性を把握した。実験 2 では、培養開始から 2 週間ほど土着藻類の増殖が見られなかったことから、増殖が目視で確認できた培養開始 14 日目から pH8 を指標に CO₂ ガスを添加し、CO₂ ガスを添加した日を経過日数 1 日とした。また、実験 1、実験 2 で得られた SS の結果をもとに、対数増殖期での微細藻類の増殖を式(1)で表せるとした上で、*Chlorella vulgaris* および土着藻類の比増殖速度を算出、比較した。実験 3 では、未処理の養殖循環水を直接用以て *Chlorella vulgaris* を植え継ぎ、培養することで、*Chlorella vulgaris* の優占培養の可能性を実証した。実験条件は、養殖循環水を 3 L、攪拌速度 600 rpm、光量子束密度 200 μmol/m²/s の光灯を 2 本両側面から当て、照射時間は 1 日 12 時間とした。また各実験では、それぞれ懸濁物質(Suspended Solids:SS)、無機態窒素(NH₄⁺, NO₃⁻, NO₂⁻), PO₄³⁻, 無機炭素(Inorganic Carbon:IC)を測定した。

$$dX/dt = \mu X \quad (1)$$

X : SS 濃度(g/L), t : 時間(d), μ : 比増殖速度(-/d)

キーワード 閉鎖循環式養殖システム, *Chlorella vulgaris*, 優占培養

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南 4 丁目 101

鳥取大学 大学院持続性社会創生科学研究科 環境計画研究室

3.実験結果

図1に実験1の結果を示す。実験1のCO₂ガス添加なしの系で、SSが培養4日目以降で増殖が穏やかになった理由として、無機態窒素、PO₄³⁻、ICが実験終了時まで残存していたことから、pHの上昇により *Chlorella vulgaris* の培養に適した pH7.5 から 8 の範囲²⁾を超えてしまったことが考えられる。CO₂を添加した結果、CO₂ガス添加なしの系でのSSの最大値が0.08 g/Lであったのに対して、CO₂ガス添加ありの系でのSSの最大値は0.25 g/Lであった。この結果、*Chlorella vulgaris*を培養する際、CO₂添加が有用であることが示された。

図2に *Chlorella vulgaris* と土着藻類の培養結果を示す。図2より、*Chlorella vulgaris*を培養した系ではPO₄³⁻が枯渇しており、それが増殖を抑制したものと考えられる。一方、土着藻類は、無機態窒素およびPO₄³⁻が残存していたため、増殖が抑制されなかったものと考えられる。また実験1のCO₂ガス添加ありの系と実験2のSS結果より、*Chlorella vulgaris*の比増殖速度は0.50 -/d、土着藻類の比増殖速度は0.08 -/dと算出され、*Chlorella vulgaris*の比増殖速度は土着藻類に比して大きいことが分かり、未処理の養殖循環水を用いて *Chlorella vulgaris* の培養を行っても *Chlorella vulgaris* を優占培養できる可能性が示された。

実験3では、培養14日目のSSが0.332 g/Lとなった。また、培養14日目の養殖循環水内の微細藻類存在割合を光学顕微鏡を用い調べたところ、*Chlorella Vulgaris* は養殖循環水内の微細藻類全体の99.05%を占めていることが分かった。この結果から、未処理の養殖循環水を直接用い、*Chlorella vulgaris* の培養を行っても *Chlorella vulgaris* を優占培養できることが実証された。

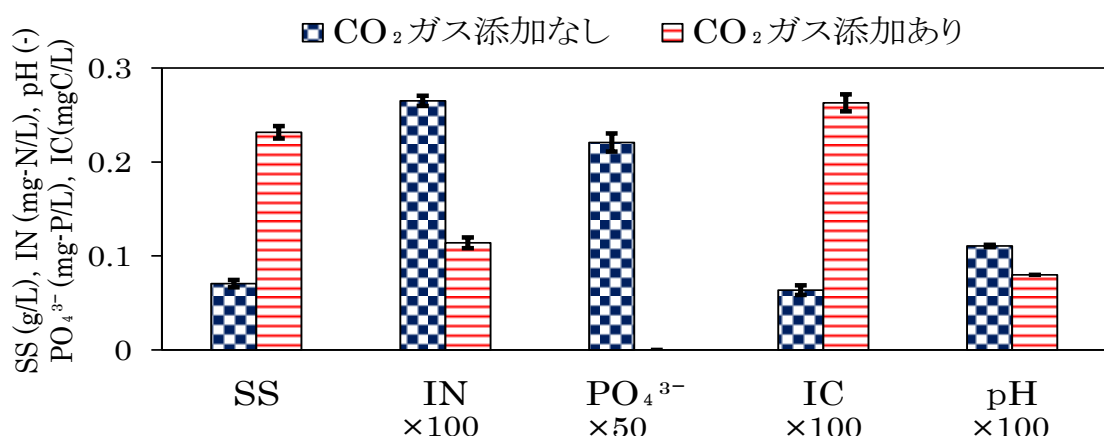


図1 CO₂ガス添加が *Chlorella vulgaris* に及ぼす影響

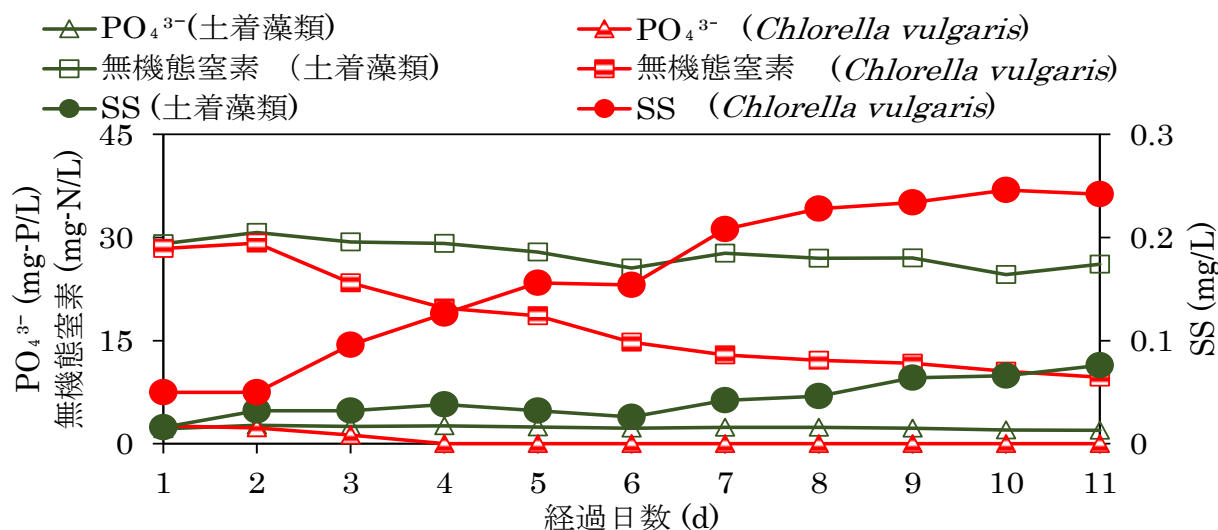


図2 *Chlorella vulgaris* と土着藻類の培養結果

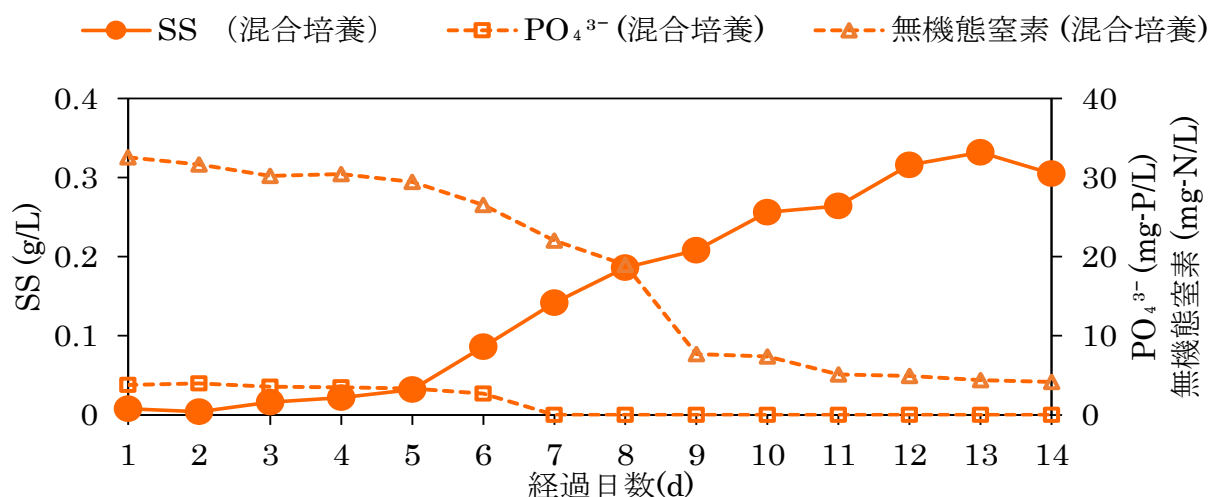


図3 複合培養の結果

4. 結論

本研究では、CO₂ ガス添加あり、なしの系に分けて *Chlorella vulgaris* を培養することで、CO₂ ガス添加が *Chlorella vulgaris* の増殖に有効であることが分かった。また、土着藻類を *Chlorella vulgaris* 培養の際と同じ条件で培養を行い、その結果をもとに算出した比増殖速度と *Chlorella vulgaris* の比増殖速度を比較したところ、*Chlorella vulgaris* の比増殖速度は土着藻類の比増殖速度に比し、大きいことが分かった。また、未処理の養殖循環水を直接用いて *Chlorella vulgaris* を培養した結果、養殖循環水中の微細藻類の 99.05% が *Chlorella vulgaris* であったため、未処理の養殖循環水を直接用いて、*Chlorella vulgaris* を優占培養できることが実証できた。

謝辞

養殖循環水をご提供頂きました共和水産(株)の方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 張 烜辰(2013)：海産魚循環式養殖における飼育排水、沈殿物および泡沫分離物を用いた微細藻類の培養に関する研究, 東京海洋大学大学院 海洋科学技術研究科 海洋生命科学専攻, 修士学位論文
- 2) 国立環境研究所(2009)：Algae Resource Database National Bioresource Project,
<https://shigen.nig.ac.jp/algae/strainDetailAction.do?stock>