

ムラサキイガイの分解に起因する水質汚濁過程について

徳島大学大学院 正会員 山中亮一

徳島大学大学院 学生会員 ○上田敦史

徳島大学大学院 学生会員 瀧口裕己

徳島大学大学院 正会員 上月康則

徳島大学大学院 学生会員 鶴江智彦

神鋼環境ソリューション 正会員 一色圭佑

NPO 人と自然とまちづくりと 正会員 森紗綾香

1. 背景と目的

大型海岸構造物の設置にともなう環境影響のひとつとして、付着生物による海底汚損がある。大量脱落時に生じる付着生物由来の有機物は分解過程で DO を消費するため、貧酸素化がさらに助長することが問題視されている。そして貧酸素域の拡大により新たな生物の死滅を生じ、海底への有機物負荷がさらに増加するという負の循環を生じることが指摘されている¹⁾。このような水質の汚濁化は「三次汚濁」と呼ばれている。

既往の研究では、脱落・死亡した付着性二枚貝が嫌氣的・好氣的条件下で分解する過程やそれに伴う酸素消費の時間変化についての知見に乏しい。そのため死亡した付着性二枚貝による海底環境下での水質汚濁過程と、それに伴う DO 消費ポテンシャルの非定常的变化を考慮し環境影響評価をするには至っていない。

本研究では、わが国の港湾で優占しているムラサキイガイが嫌氣的・好氣的条件下で分解したときに生じる水質汚濁物質、特に栄養塩、硫化水素に着目し、それに伴う酸素消費速度・ポテンシャルを定量評価することを目的とする。

2. 実験方法

2.1 室内実験(嫌氣的条件)

ムラサキイガイ由来の有機物が嫌氣的分解した場合の栄養塩の水中回帰量、硫化水素発生量および酸素消費ポテンシャルを明らかにすることを目的とした。遠沈管に殻長 $22\pm 1\text{mm}$ の死亡させたムラサキイガイの殻と軟体部を投入し(図 1)、密閉状態で恒温器内(20°C , 暗条件)に静置した。評価項目は DIN とし、評価日は、0, 2, 5, 10, 20, 50 日とし評価日ごとにサンプルを分析に供した。DIN はオートアナライザー(BLTEC : AACS-V)により測定をおこなった。さらに図 1 とは別にシリンジに殻長 $12\pm 1\text{mm}$ の死亡させたムラサキイガイを投入した系を作製した(図 2)。評価項目は、 H_2S 、DO 消費ポテンシャルである。 H_2S の評価日は 0, 2, 5, 10, 13, 20 日とし、DO 消費ポテンシャルの測定日は 2, 5, 10, 20 日とした。 H_2S は分光光度計(SHIMADZU : UV-1800)を用いて、メチレンブルー法により測定した。DO 消費ポテンシャル測定には、DO 瓶(100mL)を用い、図 2 の嫌気化させた海水(23psu) 10mL に対して、90mL の有酸素海水を混合させ、蛍光式 DO 計(HACH:HQ30d)にて 1 分間隔で、20 分測定した。サンプル数は 3 とした。

2.2 室内実験(好氣的条件)

ムラサキイガイ由来の有機物が好氣的分解した場合の栄養塩回帰量と DO 消費速度を明らかにすることを目的とした。三角フラスコに、殻長 $22\pm 1\text{mm}$ の死亡させたムラサキイガイを投入し、振とう器(120rpm)を用いて、常時動かした(図 3)。そして、嫌氣的条件と同様に恒温器内で保存した。評価項目は DIN、DO とした。評価日は DIN、DO とともに 0, 2, 5, 10, 20, 50, 100 日とした。DO 消費測定は、各評価日ごとに蛍光式 DO 計を用い、1 時間の間隔で 3 時間計測をおこなった。サンプル数は 3 とした。

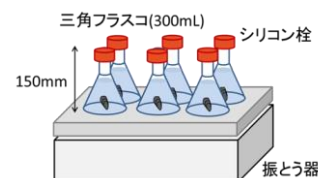
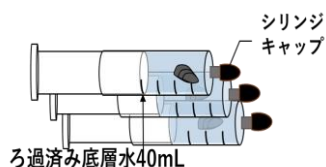
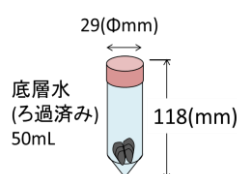


図 1 実験系概要①(嫌氣的条件) 図 2 実験系概要②(嫌氣的条件) 図 3 実験系概要(好氣的条件)

3. 結果と考察

3.1 嫌氣的・好氣的分解過程における栄養塩、硫化水素の動態について

図 4, 5 に嫌氣的・好氣的条件での DIN の経日変化を示す。嫌氣的条件において、0～20 日目にかけて増加傾向にある。これは、嫌氣性細菌により、ムラサキガイ由来のたんぱく質が加水分解、発酵という過程を経て分解されたと考えられる。また、20 日目以降は減少傾向にある。これは、脱窒反応により、窒素ガスとして気相に抜けた可能性がある。一方、好氣的条件に関しては、0～100 日目まで増加傾向にある。これは、好氣性細菌によって好氣分解されたためだと考えられる²⁾。図 6 に H₂S の経日変化を示す。H₂S は、0～13 日目にかけて増加傾向にあった。これは、シリンジ内が嫌氣的な発酵によりムラサキガイ由来の有機酸の生成と消費が起これ、酢酸や乳酸が蓄積し、硫酸還元菌の増殖に適した環境となったため、硫化水素が発生したと考えられる。また、13 日目以降に減少しているのは液相外に気体として抜けたと考えられる³⁾。

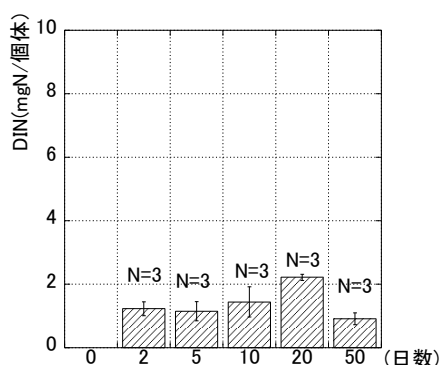


図 4 DIN の経日変化 (嫌氣的条件)

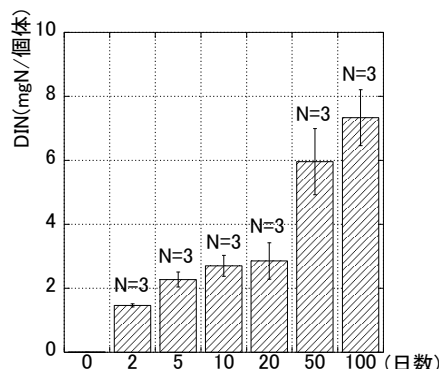


図 5 DIN の経日変化 (好氣的条件)

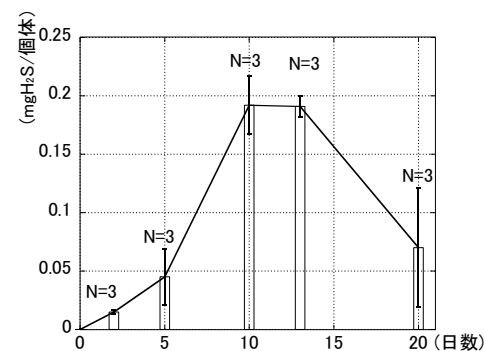


図 6 H₂S の経日変化 (嫌氣的条件)

3.2 嫌氣的・好氣的分解過程における酸素消費比較について

図 7 には、嫌氣的条件において DO 消費が最も大きかった 20 日目のサンプルによる DO 消費速度の経時変化を、図 8 には、好氣的条件の DO 消費速度の経日変化を示す。嫌氣的・好氣的条件における測定開始 1 分後の DO 消費速度を比較すると、211.2mgO₂/個体/day, 10.49mgO₂/個体/day をそれぞれ示し、約 20 倍もの差が確認できた。また、図 7, 8 に示す曲線をカーブフィッティングさせた式を求め、積分計算することにより、ムラサキガイ由来の易分解性有機物が 100 日目までに全て分解した場合に消費する酸素消費量・ポテンシャル量を推定した。すると、ムラサキガイ (殻長 12mm) 1 個体あたりの嫌氣的・好氣的条件における酸素消費量・ポテンシャル量は 17.95mgO₂, 16.83mgO₂ とそれぞれ推定できた。量で比較すると嫌氣的条件は好氣的条件に比べて、1.12mgO₂ とわずかに大きく、あまり差は見られないが、速度では大きな差を示しており、実海域で嫌氣的条件下にある海水が酸素層に湧昇することがあれば影響は無視できない可能性がある。

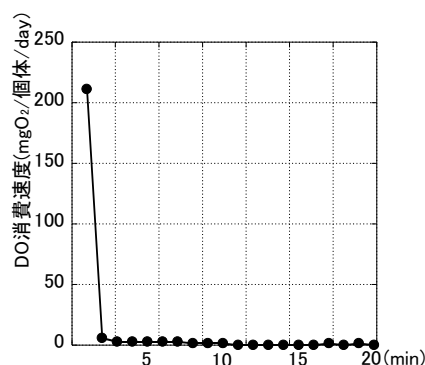


図 7 DO 消費速度の経時変化
(嫌氣的条件)

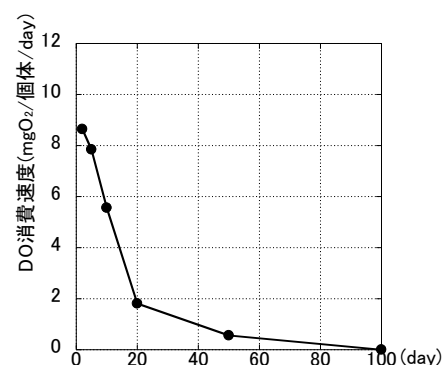


図 8 DO 消費速度の経日変化
(好氣的条件)

参考文献)

- 1) 三好順也ら(2004): 岸壁付帯式テラス型海岸構造物によるムラサキガイ由来の汚濁負荷削減効果, 海洋開発論文集, 第 20 巻, p1061-p1066
- 2) 栗原康(1988): 河口・沿岸域の生態学とエコテクノロジー, 東海大学出版
- 3) 小林義隆ら(1990): 水中貝類の死滅腐敗による硫化水素の発生と中毒事故, 水処理技術, Vol.31, No.6, p305-p308