

海洋表層における蛍光性溶存態有機物の動態に関する実験的解析

佐伯 瑛 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 濱 健夫 (筑波大学 生命環境系)

【背景と目的】

海洋に溶けている溶存態有機物(Dissolved Organic Matter: DOM)は、地球表層における最大級の有機炭素リザーバーのひとつである。DOMのうち、蛍光特性を示すものを蛍光性溶存態有機物 (Fluorescence DOM: FDOM) といい、バクテリアに対して難分解性の腐植様 FDOM と易分解性のアミノ酸様 FDOM が含まれる。腐植様 FDOM は主にバクテリアによって生産されることが報告されている。腐植様 FDOM の蛍光強度は海洋表層において低く、これは表層で太陽光による腐植様 FDOM の消光が起こっているためと考えられている。深度とともに蛍光強度が増加することから、腐植様 FDOM がバクテリアによって生産されることが示唆されている。

これらのことから、海洋表層において腐植様 FDOM は昼夜問わずバクテリアによって生産されており、昼間は太陽光によって退色するため蛍光強度が低くなるが、夜間は生産された腐植様 FDOM が蓄積していると考えられる。しかしながら、海洋表層における腐植様 FDOM の動態に関してはこれまでほとんど研究が行われていない。そこで、太陽光下での自然海水の培養実験を行い、海洋表層における腐植様 FDOM の生産と光退色の動態を観察する。またバクテリア現存量とその活性を測定することにより、腐植様 FDOM の動態とバクテリアの関係を明らかにすることを目的とする。

【材料と方法】

2016年7月に研究船「新青丸」KS-16-8の西部北太平洋における航海で、亜熱帯外洋域(東経144度、北緯32度)の表面海水を用いた培養実験を行った。海水は2個の20Lポリカーボネート容器に分けて採取し、片方には採水と同時に栄養塩を添加した(KNO₃: 16.1 g, KH₂PO₄: 1.4 g, Na₂SiO₃·9H₂O 45.4 g)。7月7~8日に栄養塩非添加の海水、7月11~12日に栄養塩添加の海水を培養した。

同様に、2016年8-9月に静岡県下田市沖において採取した沿岸域の表面海水を用い、培養実験を行った。8月30~31日に栄養塩非添加の海水、9月2~3日に栄養塩添加(KNO₃: 16.2 g, KH₂PO₄: 1.8 g, Na₂SiO₃·9H₂O 46.1 g)の海水を培養した。

海水は紫外線を透過する石英瓶12本に分取し、アルミホイルと黒ビニールで遮光して日没から培養を開始した。培養開始時と翌日の日出時に3本ずつ回収し、0時間および12時間試料とした。残りの6本の石英瓶のうち3本は日出時にアルミホイルと黒ビニールを取り除いて明条件試料、3本はそのまま遮光して暗条件試料とした。培養は開始翌日の日没時に終了し、回収した6本の石英瓶を24時間試料とした。また、同じ海水で満たした酸素瓶も同時に同条件で培養した。

培養実験後、それぞれの海水について、①溶存酸素濃度測定、②DOC (Dissolved Organic Carbon, 溶存態有機炭素) 濃度測定、③FDOM 蛍光強度測定、④バクテリア細胞数計測、⑤バクテリア DNA 分析、⑥植物プランクトン現存量計測、⑦植物プランクトン色素分析を行った。

【結果と考察】

観察された腐植様 FDOM の蛍光強度は、0-12時間および暗条件試料の遮光した状態では横ばいまたは上昇傾向にあり、太陽光にさらした後の明条件試料では低下した(図1)。暗条件での腐植様 FDOM 蛍光強度の増加により、海洋表層においてバクテリアにより腐植様 FDOM が生成されていることが確認できた。また、明条件での蛍光強度の低下は、腐植様 FDOM が光によって消光したことを示していると考えられる。一方、DOC濃度の変動はどの培養実験においても明確には見られず、本実験ではDOM全体の変化に占める腐植様 FDOM の光退色の寄与は小さかった。このことから、腐植様 FDOM の消光は蛍光部位の分解によるもので、腐植様 FDOM は消光後も蛍光特性のないDOMとして存在している可能性がある。

腐植様 FDOM の蛍光強度は、外洋の培養海水よりも、沿岸の培養海水でより高かった。バクテリア細胞数は外洋に比べ沿岸で多かったことから、バクテリア現存量が腐植様 FDOM の蛍光強度に関係していると見られる(図2)。また蛍光強度の経時的変化も沿岸でより明確であったことから、バクテリア現存量が増加したことによって蛍光強度の変化が明らかになったと考えられる。亜熱帯域の海水は他の海域と比べて特にバクテリア現存量が少ないため、蛍光強度の変化が明確でなかったと考えられる。

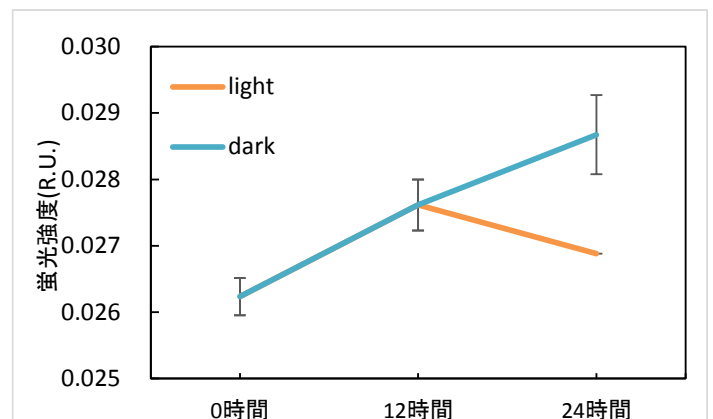


図1. 沿岸・栄養塩添加海水における腐植様 FDOM 蛍光強度の経時的変化

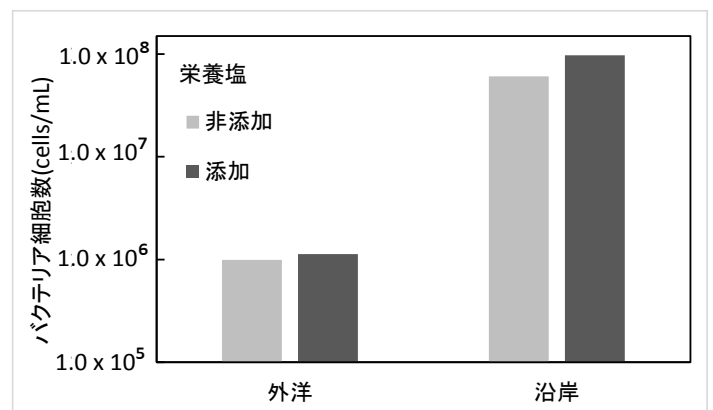


図2. 外洋・沿岸の各培養実験におけるバクテリア細胞数