

PARAFAC による外洋表層における蛍光性溶存態有機物の動態評価

大野 真由美 (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

海洋の溶存態有機物(DOM)は、地球表層の巨大炭素リザーバールのひとつであり、DOM が有する炭素(DOC)は地球表層の炭素循環の理解に重要である。この DOM のうち 5~25% を占める蛍光溶存態有機物 (FDOM) は、太陽光照射によって、蛍光強度が減少する、「光退色」という特徴を持つ。DOM は主に植物プランクトンによって生産され、バクテリアによって分解されるが、FDOM に関しては、海洋中深層における主な生産者はバクテリアだと報告されている。しかし、海洋表層では光退色のために、FDOM 生産を蛍光強度の変化で評価することが困難であり、表層におけるバクテリアの生産者としての側面は調査されてこなかった。

そこで本実験は、バクテリアの現存量が FDOM の生成率に与える影響を調査することにより、海洋表層でのバクテリアの FDOM 生産を実験的に確かめることを目的とした。

材料・方法

1. 試料採取 と培養実験

外洋域における実験は、研究船「白鳳丸」KH-14-3 の航海において、2014 年 7 月に実施した (気象庁気象研究所・笹野大輔氏の協力を得た)。採水は北太平洋の西経 170 度上の 3 測点 (Stn. 3: 北緯 10 度)、Stn.11 (北緯 50 度) および Stn.12 (北緯 55 度) で行った。表面水を 20L ポリカーボネート製容器に採取し、容量 250 mL の石英瓶 (12 本) とガラス瓶 (12 本) に分注し、全瓶ともアルミ箔と黒色ビニールで遮光した。これらを甲板水槽に移し、試料採取日の 18:00 に培養を開始した。翌日 6:00 に、石英瓶、ガラス瓶、各 6 本を回収した。この時、未回収の瓶のうち、石英瓶、ガラス瓶、各 3 本の遮光を止め、明瓶とした。一方、残りの培養瓶は遮光状態のまま、暗瓶とした。培養開始から 24 時間後の 18:00 に培養を終了した。

2. 試料回収

培養開始日 18:00 に培養に用いた試料の残りをガラス繊維製ろ紙でろ過した。翌日 6:00、18:00 にはそれぞれ、石英明瓶、ガラス明瓶、石英暗瓶、ガラス暗瓶、各 3 本を回収し、同様にろ過した。各ろ液をザルステッドチューブ 2 本に 4.8 mL ずつ、PC 容器 3 本に約 120 mL ずつ分注した。ザルステッドチューブにはグルタルアルデヒドを 0.2 mL 添加してバクテリアを固定し、-80°C で保存した。これをバクテリア計数用試料とした。PC 容器は 20°C で保存し、DOC 濃度分析、FDOM 蛍光強度分析用試料とした。

3. 分析

バクテリア計数用試料は、37°C で解凍後 DAPI 染色を行い、蛍光顕微鏡で細胞数を計数した。また PC 容器に保存したろ液については流水解凍後、TOC-V により DOC 濃度を、三次元蛍光分光光度計により FDOM 蛍光強度の分析を行った。蛍光分析の結果については PARAFAC (多変量解析) 解析を行った。

結果

1. 各測点海水の特徴

Table.1 に培養開始時の海水の各分析値を示す。植物プランクトンの現存量は Stn.3 で低く、Stn.12 で高いことが、クロロフィル *a* の値から推定できる。バクテリアは基本的に、植物プランクトンの生成する有機物を使って代謝を行うため、バクテリアと植物プランクトンとの間には相関が認められることが多い。

Table 1 培養開始時の海水成分データ

	クロロフィル <i>a</i> ($\mu\text{g/L}$)	バクテリア ($\times 10^6$ cells/mL)	DOC 濃度 (mgC/L)
Stn.3	0.06	1.00	0.87
Stn.11	1.05	1.20	0.88
Stn.12	1.08	2.90	1.14

2. 蛍光成分と蛍光動態

PARAFAC によって、3 つの Component が検出された。Component 1 および 2 は腐植様物質とされるピークに相当し (Coble et al., 2014)、Component 3 はタンパク質に相当する (Fig.1)。全ピークの傾向として、夜間(18:00 ~ 翌 6:00)の蛍光強度増大と、昼間(6:00 ~ 18:00)の蛍光強度減少が見られた (Fig.2)。

蛍光強度の変動幅は、バクテリア量の一番少ない Stn.3 で一番小さく、バクテリア量の一番多い Stn.12 で一番大きかった。これにより、バクテリアの活性が高いほど、FDOM 生成が盛んに行われることが示唆された。同時に、バクテリアの、海洋表層における FDOM 生産を、初めて実験的に裏付けることができた。

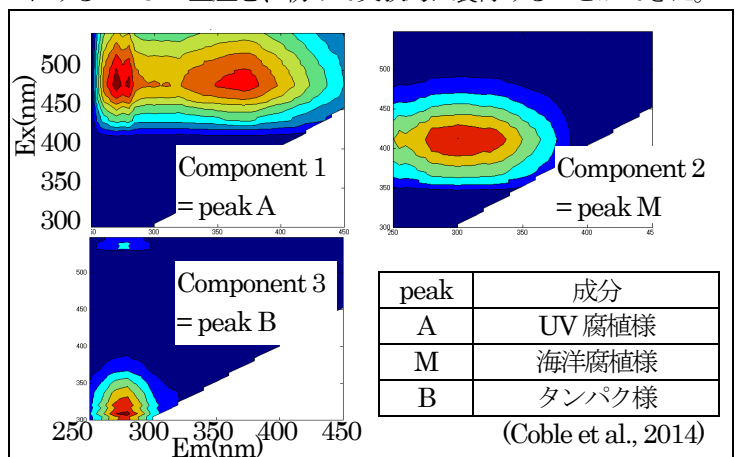


Fig.1 PARAFAC によって確認された FDOM の構成成分

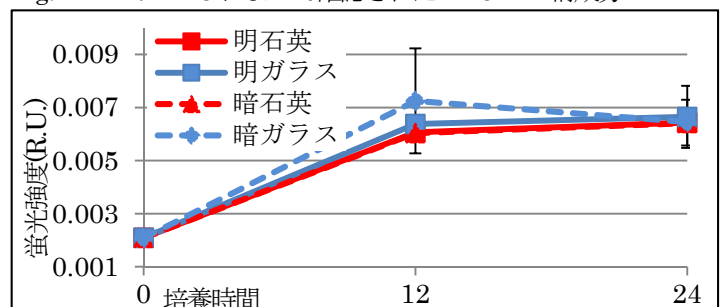


Fig.2 Stn.12 培養実験中の Component 1 の蛍光強度変化