

海水中の粒子沈降の測定における エルトリエーターの利用

下田臨海実験センター 和田 茂樹

はじめに

海洋の表層から深層へ高速で沈んでいく沈降粒子は多量の有機炭素を含有しており、表層の炭素を深層に効率よく輸送する役割を担っている。表層の炭素が深層へ隔離されると、大気中から海洋への炭素の吸収が加速され、地球温暖化の抑制につながるということが知られており、このプロセスは生物ポンプと呼ばれている。生物ポンプは、海洋の重要な炭素吸収メカニズムの一つであり、仮にこのプロセスが無かったと仮定すると、大気中のCO₂は数倍に上昇するとされている。

生物ポンプの効率を決定する要因の一つとして、粒子の沈降速度が挙げられる。これは、沈降速度の小さな粒子は海洋表層にとどまる時間が長く、バクテリアの分解作用によって粒子の崩壊や有機物の無機化が進むのに対し、高速で沈降する粒子は効率よく炭素を隔離することができるためである。しかし、沈降粒子は様々な構成要素から成り立っているため、その沈降速度も均一では無い。以上の事から、沈降粒子の沈降速度の解析を行うことは、生物ポンプを介した大気から海洋への炭素隔離プロセスを解明する上で、不可欠な課題である。

粒子の沈降速度の測定のための本実験装置の製作

粒子の沈降速度を計測する上で、今回はエルトリエーターと呼ばれるガラス装置の製作を工作部門にて製作していただいた(図1)。エルトリエーターは縦長でかつ先が細くなっているガラス管(1)と、管の長いガラス漏斗(2)のような形状の二点からなっており、直径の異なるもの4セットを依頼

した。(1)の中に(2)を差し込み、粒子を含む海水試料を管の中に入れた後、漏斗の上からろ過海水を一定速度で導入し続ける。また、管内からオーバーフローした海水は、管の側部上方の排出口から管外へ排出される。今回製作した4つのエルトリエーターは、管の直径が小さいものから大きいものへ順番に並べて使用し、排水は次の管に流れ込むように配置している。

管内の海水の流れは、漏斗の中を通過して下方へ導入されたのち、漏斗と管の間を上方へ向かって流れて排出される。水中の粒子も、海水の流れと共に同様に移動するが、沈降速度が上方への流速よりも大きい粒子に関しては、管の下部にとどまり続けることから、流速を調節することで一定の範囲の沈降速度を有する粒子を捕集することが可能となる。ガラス管は先端が開放しており、実験中は栓をしたシリコンチューブを取り付けることで海水の流出を防いでいるが、実験後は栓を開放することで集まった粒子を回収することが可能である。

自然海水を用いた有機物粒子の生成と エルトリエーターによる粒子分画

今回作成したエルトリエーターを利用して、海水中の植物プランクトンを起源とする有機物粒子の沈降速度の計測を実施することとした。海水は下田沿岸からポンプアップした海水を138Lのタンク(図2)に導入し、栄養塩を添加することで植物プランクトンの活性を増大させた。また、培養タンクは下部が円錐型の形状をしており、沈降粒子を捕集することができるような形状となっている。

得られた沈降粒子を、エルトリエーターを用いて沈降速度別に分画し、ガラス繊維ろ紙でろ過を行った後に、捕集された粒子の有機炭素量を元素分析計で測定した。

沈降粒子の生成と速度解析

今回の実験では、ろ過海水の流速に基づく粒子の沈降速度を、40-86、86-184、184-339、>339 m d⁻¹の4画分に分画した。培養中に得られた沈降粒子は、比較的速度の小さな40-86 m d⁻¹の画分が最も粒子量が多く、特にその傾向は植物プランクトンの増大時に顕著に表れた(図3)。このことから、植物プランクトンを由来とする沈降粒子は沈降速度が比較的小さく、表層にしばらくとどまる可能性が示唆された。

これまで、プランクトン群集の動態とそこから生成される有機物粒子の沈降速度の間のかかわり

は、ほとんど情報が無いのが現状である。本研究では、プランクトンの増加から減少までの一連の経時的变化に伴う沈降速度の変化を、培養タンクとエルトリエーターの併用で示すことに成功した。この結果を基に植物プランクトン由来の有機物の鉛直的な輸送を解析し、生物ポンプのメカニズムを解明することが期待される。

エルトリエーターを利用した今後の研究の展開

今回は栄養塩を添加した培養を実施し、閉鎖系の中でのプランクトン群集由来の有機物粒子の沈降速度を解析した。エルトリエーターを用いた解析は、セジメントトラップなどを用いた係留系で採取した沈降粒子に対しても適用可能であり、現場観測で得られた試料に対して実施することで、今回のような閉鎖系の結果を自然界の現象へ普遍化していくことが期待される。

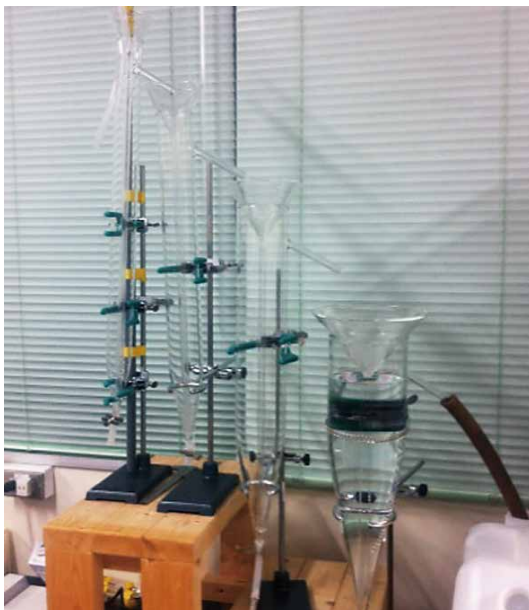


図1 製作したエルトリエーター



図2 培養タンク

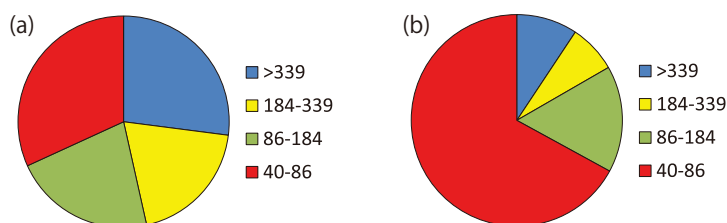


図3 培養初期とプランクトン増加期における沈降速度ごとの有機物粒子の内訳
沈降速度は、40-86、86-184、184-339、339m d⁻¹以上を示す。培養開始直後(a)と栄養塩添加3日後(b)を示す。