

分析化学的手法を用いた海藻由来有機物の微生物分解性の評価

河上 菜々子 (筑波大学 生物学類) 指導教員: 和田 茂樹 (筑波大学 生命環境系)

【背景と目的】

海藻の単位面積当たりの光合成生産量は熱帯雨林に匹敵し、地球上で最大級とされていることから、炭素シンクとして機能する可能性を有している。しかし、炭素シンクとしての機能は光合成の大きさだけでなく、藻体由来の有機炭素の微生物分解性に強く依存する。これは海洋表層の微生物が分解して無機化された炭素は速やかに大気と交換するが、難分解性の有機物は水の動きに伴い深海へ輸送され長期にわたり大気から隔離されるためである。そのため、藻体の分解性の評価は海藻の炭素シンクとしての役割を知るうえで不可欠であるが、分解性を評価するためには数か月程度の長期にわたる実験が必要である。さらに海藻の種数は15000種以上と海生大型植物の中では飛びぬけて多いにも関わらず、その分解性の評価は限られた分類群の種に限定されているのが現状である。

Trevathan-Tackett ら(2015) は、藻体の有機物の熱分解性の評価を行い、一定の温度帯における熱分解性が微生物分解性の指標になり得る可能性を提示した。しかし、海藻の熱分解性と微生物による分解性は直接比較されていない。そこで本研究では海藻藻体の有機物の微生物分解性と熱分解性を比較し、微生物分解性を簡便に導き出す手法の確立を試みる。

【方法】

紅藻5種、緑藻2種、褐藻4種を2019年10月、2020年4月および7月に静岡県下田市大浦湾で潜水作業により採集した。採集した海藻の藻体切片を濾過海水の入った500mlポリカーボネート瓶に入れ、20℃暗所で保存した。保存中は、曝気することによって好気状態を維持した。実験開始から53~55日に渡り一定期間ごとにサブサンプリングを行い、藻体を回収した。藻体は60℃で乾燥させ乾燥重量を測定し、0日目の乾燥重量に対する残存率を以下の式にフィッティングさせ、分解速度定数を算出した。

$$y = 100e^{-kx}$$

(y: 藻体の残存率 (%), x: 時間 (d),
k: 分解速度定数 (%/d))

また、熱重量分析装置を用いて50℃から850℃の温度帯における重量の変化から、熱分解性を評価した。

【結果と考察】

微生物分解実験終了時における残存率は0.70~88%であり、分解速度定数は0.0047~0.069%/dの範囲にあった。もちいた海藻の種間で分解速度定数は約15倍異なっている。熱重量分析に関して、Trevathan-Tackett ら(2015)では、4つの温度帯における重量の減少量に着目している。彼らは、タンパク質、水溶性炭水化物およびヘミセルロースが分解される180~300℃をT1、セルロースおよび不溶性の多糖類が分解される300~400℃をT2、リグニンおよび不溶性の多糖類の残渣が分解される400~600℃をT3、無機物および有機物の分解された残渣が分解される600~

800℃をT4と定義した。本研究では、重量がT1で23~46%、T2で16~34%、T3で14~20%、T4で8.6~33%減少した。

本研究で対象とした11種海藻類に関して分解速度定数とT1~T4のそれぞれの温度帯における重量の減少率を比較したところ、有意な相関関係は認められなかった(図)。

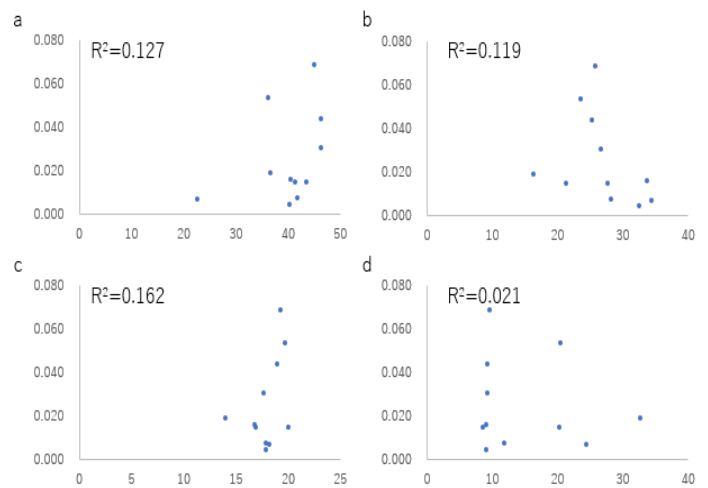


図 各温度帯の熱分解性と分解速度定数の相関関係。aはT1(180~300℃)、bはT2(300~400℃)、cはT3(400~600℃)、dはT4(600~800℃)。縦軸: 分解速度定数 (%/d)、横軸: 熱分解における重量の減少率 (%)

Trevathan-Tackett ら(2015)において定義される温度帯T1は、タンパク質や貯蔵性の炭水化物が主に熱分解される温度帯である。一般的に貯蔵性の炭水化物は、微生物による分解を受けやすいため、この温度帯で分解される有機物の量が多いほど、微生物による分解をより強く反映すると仮説立てられる。しかし、本研究の結果では、有意な相関関係が認められなかったことから、T1における重量の変化をそのまま微生物分解の指標として置き換えることは難しいことが明らかとなった。

この温度帯で相関関係が見られなかった理由としては、その温度帯で分解される化合物がTrevathan-Tackett ら(2015)で想定されたものよりも多くの有機物群を含んでいることによると考えられる。同様に有機物の熱分解性を評価した研究によると、T1においては、細胞壁のマトリックスを形成する構造的炭水化物であるアルギン酸やフコイダン (Anastasakis et al., 2011), κ-カラギーナン (Collin et al., 2018) などの他の物質も分解され、一部の物質は分解のピークを迎えるとされている。構造的炭水化物は微生物に対して難分解と考えられていることから、T1で分解される有機物は易分解性有機物と難分解性有機物の両方を含有している可能性がある。すなわち、微生物分解性を解析するためには、熱分解のより詳細な解析や、個別の有機物群の分析が必要と考えられる。