ブルーカーボン評価のための堆積物コアサンプルの成分解析

東北大学工学部　学生会員○髙橋菜摘
東北大学工学研究科　学生会員　千葉周作
東北大学工学研究科　正 会 員　丸尾知佳子
東北大学工学研究科　正 会 員　西村　修
東北大学工学研究科　正 会 員　坂巻隆史
東北大学工学研究科　正 会 員　野村宗弘

1. はじめに

現在，国際的に地球温暖化が問題となっている．米航空宇宙局（NASA）は 2017 年が 2 番目に熱い年だったと判断している．さらにエルニーニョ等の自然現象の要因を除くと 2017 年は記録上もっとも暑い年だったという[1]．その支配的な原因である可能性が“極めて高い”とされているのは，人為間活動から発生する温室効果ガスである[2]．二酸化炭素は 18 世紀後半から現在までの約 200 年間に約 60ppm の上昇[3]，メタンは約 200ppb の上昇[4]が見られており，これらの大気中濃度は少なくとも過去約 80 万年間で前例のない水準となっている．

光合成により固定され，自然生態系の植物および土壌に貯留される炭素(グリーンカーボン)のうち，海洋生態系に捕捉される炭素のことをブルーカーボンという[5]．こうした自然生態系による炭素固定は，大気中の温室効果ガス削減に寄与すると考えられている．しかし，これまで国際的に議論されてきたのは陸上植物による炭素固定能力が中心で，ブルーカーボンの定量的評価については研究段階にある．

Mateo et al.は地中海で最も豊富な海草である *Posidonia oceania* が無酸素条件下で matte と呼ばれる堆積層を形成することに着目し，コアサンプルを用いて炭素年代の測定を行った[6]．その結果 3,370 年前の *Posidinia oceania* 由来の炭素が確認された．同様に日本でも，瀬戸内海のおよそ 4,600 年前の堆積層から有機炭素が検出されるとともにアマモ由来 DNA が確認されており[7]，アマモによるブルーカーボン蓄積が示唆された．

そこで本研究では，青森県小川原湖で採集したコアサンプルといくつかの植物を用いて，脂肪酸や炭素安定同位体比の分析を行った．これにより，実水域において堆積している植物の起源を推定し，さらには堆積物におけるアマモ由来POC残存率を推定することを目的とした．

2. 方法

(a)植物の脂肪酸分析

松島湾周辺で採取したアマモとマツ，伊豆沼で採取したハス，マコモ，ヨシの 5 種類の植物を凍結乾燥させた後十分に粉砕したものを試料とした．脂肪酸抽出は S.A.Quideau et al.の方法[8]を用いた．まず遠沈管に試料 1mg と内部標準，クエン酸バッファー2mL，クロロホルム 3mL，メタノール 4.5mL を入れ，シェーカーで 2 時間混合させた．それから有機層を新しい遠沈管に移し，クロロホルム 5mL,クエン酸バッファー2mL 加えて攪拌し，アルミホイルをかけて一晩静置した．翌朝，遠心分離機にかけた後，遠沈管下層の有機層を分解びんに移した．それを 40℃に温めながら窒素ガスで乾固させ，クロロホルム約 1mL で液体化した．そこに 0.2M KOH を 1mL 入れて攪拌し，37℃のウォーターバスに 30 分入れた．さらにヘキサン 2.0mL，1M 酢酸 0.2mL，Milli-Q 水 1.0mL を順に入れ遠心分離機にかけた後，ヘキサン 2.0mL を加え再び遠心分離機にかけた．最後に有機層である上層を試験管に移し，窒素ガスで濃縮作業を行った．濃縮した脂肪酸をガスクロマトグラフにて測定した．

(b)長鎖脂肪酸の炭素安定同位体比分析

(a)の 5 種類の植物と小川原湖コアサンプルの長鎖脂肪酸についてガスクロマトグラフ/同位体比質量分析計を用いて炭素安定同位体比分析を行った．その後，陸上植物の代表をマコモ，海洋植物の代表をアマモと仮定し，最もピークが出た C26:0 の炭素安定同位体比から堆積物の起源の割合を推定した．なお，計算には安定同位体比に関する一次方程式と海洋由来，陸上由来植物の割合に関する一次方程式を組み合わせた連立方程式を使用し，陸由来が 100%を超えた場合は海洋植物 0%，陸上植物 100%であるものとした．

さらに，(a)で得られた LCFAs 量から堆積物にはアマモ由来 POC がどれだけ残存しているかを推定した．その際，LCFAs が難分解性であることから堆積初期から分解しなかったものと仮定して，分解前のアマモの LCFAs 量と POC 量の比から初期 POC 量を推定した．

3. 結果および考察

植物の脂肪酸分析の結果，LCFAs/全 FAs はアマモ

キーワード：海洋生態系　湖沼　堆積物　ブルーカーボン　有機炭素
連絡先：宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06
東北大学　022-795-7474

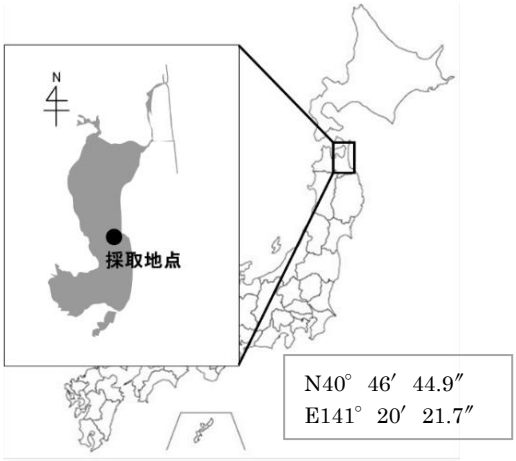

図 1 小川原湖コアサンプル採取地点

2.48%，ハス 6.06%，マコモ 2.94%，マツ 4.23%，ヨシ 2.40%であった．アマモと比較すると特に大きな値を示したのはハスであったが，既往の研究により約 2 年間の分解実験後のハスの LCFAs/全 FAs は約 13%程度[9]と，約 2 年間の分解実験後のアマモの LCFAs/全 FAs より小さくなるものと推測される．また，既往の研究から小川原湖堆積物の深層部では LCFAs/全 FAs がアマモモデルより 20%程度大きな値を示している[10]ことから今回はアマモより大幅に大きな値を示す植物がないかを検討したが，この結果から堆積物に含まれている可能性のある植物を示すことはできなかった．したがって今後は各植物の分解実験で LCFAs/全 FAs の経時変化を見る必要があると考える．

堆積物の安定同位体比から起源の割合を推定した結果を**図 2** に示す．堆積物起源の割合は各層で大きく異なり 5~61%の範囲にあった．この割合及び LCFAs 量を用いて，初期アマモ由来 POC 量を推算し，残存 POC 量を除することで POC 残存率を計算した．それをアマモの POC 残存モデル[10]と比較したものが**図 3** である．既往の研究では最終的なアマモの POC 残存率は 39.3%と予測されていたが，今回算出した残存率は約 24～51%の範囲にあり，モデルと近い値を示した．これにより，720 日にわたる実験の結果を飽和曲線で近似した既存のアマモモデルは，実水域での残存率と近い値になっており，十分な推測ができていた可能性が示された．

以上より，小川原湖堆積物ではアマモ由来 POC は数十%程度残存している可能性が示唆され，コアサンプルの分析からブルーカーボン量の推定ができると考えられる．

謝辞

コアサンプルや年代データは青森県小川原湖(**図 1**)のもので，立命館大学篠塚およびふじのくに地球環境史ミュージアム山田らの研究グループに提供いただいた．また，本研究は JCPS 科研費 16K14328 の助成を受けて行った．ここに記して感謝の意を表す．

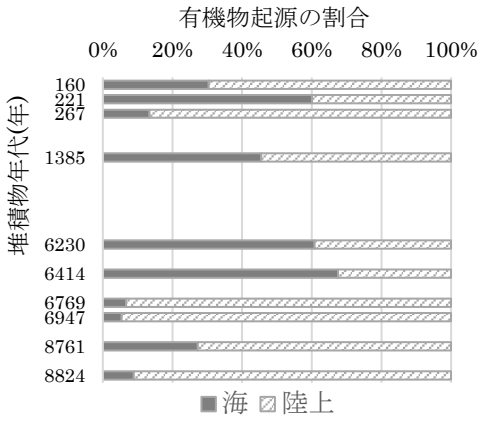

図 2 堆積有機物の起源割合

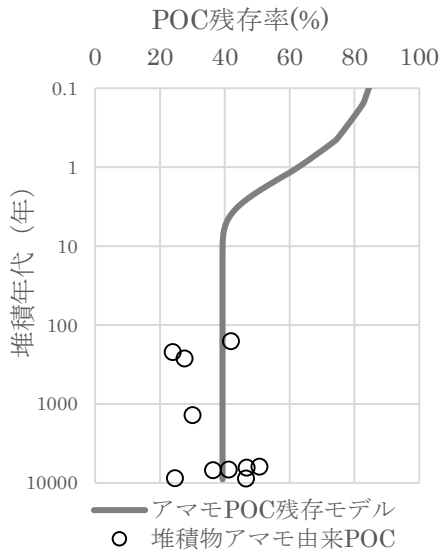

図 3 堆積物におけるアマモ由来 POC 残存率

参考文献

1) NASA and NOAA, Long-Term Warming Trend Continued in 2017, https://www.nasa.gov/press-release/long-term-warming-trend-continued-in-2017-nasa-noaa
2)IPCC, Fifth Assesment Report, 2014
3)気象庁 HP, 二酸化炭素濃度の経年変化, http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/co2_trend.html
4) 気象庁 HP, メタン濃度の経年変化, http://ds.data.jma.go.jp/ghg/kanshi/ghgp/ch4_trend.html
5) UNEP, Blue Carbon, 2009
6) M.A.Mateo,J.Romero et al., Estuarine, Coastal and Shelf Science, 44, pp.103-110, 1997
7) 独立行政法人水産総合研究センター 国立大学法人東京大学大気・海洋研究所,「藻場．干潟の炭素吸収源評価と吸収機能向上技術の開発」報告書, 2011
8) S.A.Quideau et al., Extraction and Analysis of Microbial Phospholipid Fatty Acids in Soils., 2016
9) 千葉高之, 東北大学修士論文, 2015
10) 物井健太郎, 東北大学修士論文, 2017