

コアマモ場と近傍裸地における干潟土壌表層有機物起源の比較解析

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○長濱祐美

正会員 野村宗弘, 中野和典, 西村 修

1. 背景と目的

近年, 失われた沿岸域生態系保全・再生の需要が高まっている. 海草コアマモ *Zostera japonica* は, 潮間帯に生育するという特性や, 周辺裸地と比較してコアマモ場に多種類の底生動物が生息していることなどから, 干潟等沿岸生態系の保全・再生手法への生態工学的な利用が期待される. コアマモの利用に際しては, コアマモ場が沿岸域生態系において果たす役割の解明が必須であるが, そのような既往研究例は少なく, 特に周辺環境への影響に着目した研究例はない.

そこで, 本研究では底生動物の棲息を左右する重要な因子である有機物に着目し, 土壌と直上水中の有機物組成をコアマモ場と近傍裸地で比較し, コアマモ場の形成がコアマモ場と周辺裸地の土壌有機物(SOM)と直上水中の懸濁態有機物(POM)に与える影響を質的側面から検討した.

2. 方法

毎年, コアマモがパッチ状に群落を形成している宮城県松島湾内に位置する桂島(38° 20' 7.7 N, 141° 5' 28.1 W) の前浜干潟でサンプリングを行った. 2006 年 6 月に低潮帯のパッチ状コアマモ群落の中から 3 地点を無作為に選出し, 群落中央付近で SOM とコアマモ, POM の採取を行った. さらに周辺裸地でも同様に採取を行った. SOM の採取は φ8cm×30cm のアクリル製コアサンプラーを用い, 各測点において土壌を 5cm 深さまで抜き取り, 研究室で凍結乾燥後, 1mm 目ふるいを用いて底生生物と分離した後冷凍保存した. 一部は無機炭酸塩類を除去する目的で塩酸処理を行った¹⁾.

コアマモは各調査測点において, それぞれ 23×23cm, 深さ約 25cm の土壌をスコップにて掘り取り, 現地にて 1mm メッシュでふるい, メッシュ上のコアマモを持ち帰った. 研究室内で目視にてコアマモを地上部と地下部に分け, その後凍結乾燥したものを粉末にして試料とした.

POM の採取は, 平均コアマモ葉長の半分である土壌表層から 7cm に採水口を静かに設置し, 設置 24 時間後に, 場を攪乱しないよう採水地点から 2m 離れた場所からハンドポンプにて海水を採取した. 海水は Whatman GF/A を用いて濾過し, ろ紙を凍結乾燥後に POM 試料として冷凍保存した.

塩酸処理した SOM, コアマモ, POM はガスクロマトグラフ質量分析計(DELTA^{plus}, Finnigan MAT, 精度 ±0.01‰)を用いて炭素・窒素安定同位体比(δ¹³C, δ¹⁵N)を分析した.

δ¹⁵N, δ¹³C は式(1)で評価した.

$$\delta^{13}\text{C} \text{ or } \delta^{15}\text{N} = (R_{\text{sample}} / R_{\text{standard}} - 1) \times 1000$$

$$R = {}^{13}\text{C} / {}^{12}\text{C} \text{ or } {}^{15}\text{N} / {}^{14}\text{N} \quad (1)$$

ここで, R_{sample} は分析試料の R を, R_{standard} は標準試料の R を表す. 標準試料は炭素が PDB, 窒素は大気中窒素を用いている.

さらに SOM, コアマモ, POM 試料から, Meziane et al.²⁾の方法に準拠して脂肪酸を抽出した後, ガスクロマトグラフィー(GC-17A, Shimadzu, カラム径 0.25mm, 100m)を用いて脂肪酸を分析した. また Andrea et al.³⁾と Khariamenko et al.⁴⁾を参考にバイオマーカー脂肪酸として, i-15:0, a-15:0, 18:1n7, 18:2n6, 18:3n3, 18:3n6, 20:5n3, 22:6n3, LCFAs の 10 種類 (以後, 指標脂肪酸と表記)を選択してデータ解析を行った.

3. 結果と考察

(1) 脂肪酸組成

コアマモの脂肪酸組成を測定した結果, 18:2n6%, 18:3n3%, LCFAs%が高い含有率を示し, この 3 種で指標脂肪酸中 94%を占めていることがわかった. このことから, 本研究では 18:2n6, 18:3n3, LCFAs をコアマモのマーカー脂肪酸として用いることとした.

SOM の脂肪酸組成を図 1-左に示す. コアマモ場土壌中には 18:2n6 がもっとも多く, 次いで LCFAs が多いことが明らかとなったが, これらコアマモマーカー脂肪酸は近傍

キーワード：海草, 土壌, 炭素含有率, 脂肪酸, 炭素・窒素安定同位体比
 東北大学大学院工学研究科 土木工学専攻 環境生態工学研究室
 〒980-8579 宮城県仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-06 (022-795-7473)

裸地からも検出された。一方で、近傍裸地では珪藻マーカー脂肪酸である 20:5n3³⁾ の占有率が最も高かったが、コアマモ場からも検出された。SOM 中にはバクテリアマーカー脂肪酸の i-15:0, a-15:0, 18:1n7³⁾ が確認され、コアマモ場中の SOM に指標脂肪酸中 30.1%, 近傍裸地に 38.5%と比較的高い占有率を示すことがわかった。

次に POM の脂肪酸組成を図 1 右に示す。コアマモ場の POM でもっとも多い 18:1n7 はバクテリアマーカー脂肪酸であったことから、コアマモ場の直上水中には近傍裸地と比較して多くのバクテリアが存在していることが明らかとなった。さらに、コアマモマーカー脂肪酸の 18:3n3 と 18:2n6 が近傍裸地直上水中からコアマモ場と同程度検出された。この理由として、コアマモ場と近傍裸地表層土壌の巻き上げによる再懸濁有機物の混合物がコアマモ場と近傍裸地の直上水へ含まれた結果であると考えられた。さらに、近傍裸地土壌からコアマモマーカー脂肪酸が検出された理由としては、コアマモ由来の有機物が水中を介して近傍裸地土壌へ輸送されているためと推測された。

(2) 炭素・窒素安定同位体比

脂肪酸は各マーカー脂肪酸含有率が指標とする有機物中に一定でないことと、わずかではあるが、生物代謝によって変異することから、有機物の量に反映させることは難しいとされている。そこで、SOMに対するPOMとコアマモの寄与を $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ から検討するため、Y軸に $\delta^{15}\text{N}$ を、X軸に $\delta^{13}\text{C}$ を示した $\delta^{15}\text{N}$, $\delta^{13}\text{C}$ マップ上にSOM, コアマモ, POMのそれぞれの値を示した(図2)。コアマモの $\delta^{13}\text{C}$ はPOMと比較して有意に高く(コアマモ: n=7, POM: n=18, $p<0.01$)、コアマモとPOMをソースとした起源解析に $\delta^{13}\text{C}$ が有効であることがわかった。また、POMの $\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{15}\text{N}$ はコアマモ場と近傍裸地で大きな差が見られなかった(n=9, NS, 図示なし)。

ここで、コアマモ場と近傍裸地のSOMに対するPOMとコアマモの寄与率を、Rooken et al.(2006)の2-source mixing model式(2)を用いて算出した。

$$\text{Z.japonica contribution ratio} = \frac{[(\delta^{13}\text{C}_{\text{SOM}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{POM}}) / (\delta^{13}\text{C}_{\text{Z.japonica}} - \delta^{13}\text{C}_{\text{POM}})] \times 100}{(2)}$$

その結果、コアマモ場土壌におけるコアマモの寄与率は47.4%, POMは52.6%であり、近傍裸地土壌においてはコアマモが13.4%, POMが86.6%であることが明らかとなった。しかし、コアマモ場、近傍裸地それぞれの

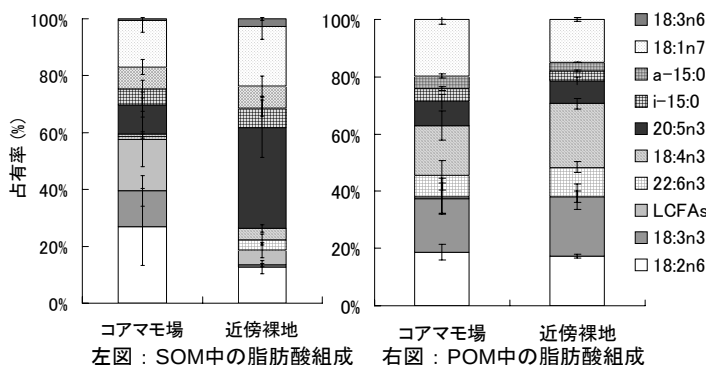


図1 コアマモ場と近傍裸地での指標脂肪酸中における各脂肪酸の占有率

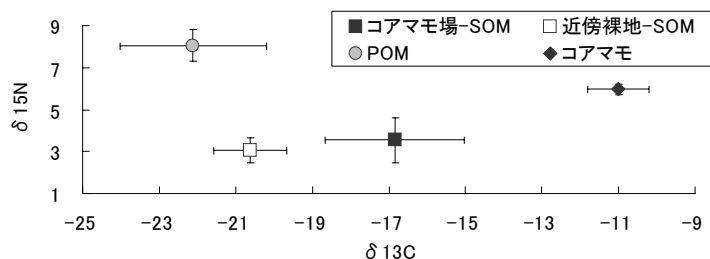


図2 SOM, コアマモ, POMの $\delta^{15}\text{N}$ ・ $\delta^{13}\text{C}$ マップ

SOMの $\delta^{15}\text{N}$ はPOMやコアマモと比較して有意に小さく(SOM: n=36, コアマモ: n=9, $p<0.01$, SOM: n=36, POM: n=18, $p<0.01$)、このことからSOMへの有機物ソースとしてPOMとコアマモ以外の有機物があることが示唆された。これは、コアマモ場、近傍裸地土壌において珪藻マーカー脂肪酸が確認されたことから、3つ目の有機物供給源が珪藻に代表される土壌表層付着藻類ではないかと推察された。

5. まとめ

脂肪酸と炭素・窒素安定同位体比をバイオマーカーとして用いて、コアマモ場と近傍裸地の土壌有機物を質的側面から検討した。その結果、土壌表層の巻き上げによってコアマモ由来有機物が近傍裸地土壌へも輸送されていることが示唆された。さらに、コアマモ場と近傍裸地の各土壌有機物に対するコアマモとPOMの寄与率は異なることが明らかとなった。一方で、コアマモ場と近傍裸地の土壌有機物への供給源はコアマモとPOMの他に付着藻類がある可能性が示唆された。

参考文献

- 1) 沿岸環境調査マニュアル[底質・生物篇]. 恒星社厚生閣
- 2) Meziane T et al. : Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 200, pp. 49-57, 2000
- 3) Andrea et al. : Estuar. Coast. Shelf. S. Vol. 70, pp. 271-286, 2006
- 4) V. I. Khariamenko et al. : Mar. Ecol. Prog. Ser. Vol. 220, pp.103-117, 2000