

## 脂肪酸・安定同位体比分析による内湾の粒状有機物動態と養殖カキ餌料源の評価

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○松野 匠  
 東北大学大学院工学研究科 非会員 鄭 翊喆  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 坂巻隆史  
 東北大学大学院工学研究科 学生会員 林 恭平  
 東北大学大学院工学研究科 正会員 西村 修

## 1. 研究背景と目的

養殖は計画的に水産生物を飼育する方法であり、安定的に食料を確保することができる。しかし一方で、排糞や餌の残渣による沿岸環境への悪影響があるとされている。養殖が環境に与える影響は養殖密度や生物の摂食方法などによる<sup>1)</sup>。そこで、環境容量の観点から適正な養殖密度を考える必要がある。環境容量を超えるような過密養殖は餌不足による個体の成長率の低下や死亡率の増加や、周辺環境への有機物負荷の原因になると考えられる<sup>2)</sup>。

環境容量の観点から養殖方法の工夫を考えている例として志津川湾がある。志津川湾は宮城県南三陸町に位置するカキ養殖が盛んな開放性内湾である。志津川湾では、東日本大震災以降、養殖密度を削減し環境に配慮したカキ養殖を目指している。しかし、適正な養殖密度が不明なままの試みであり、環境容量の把握が必要である。カキなどの二枚貝の養殖において環境容量を決める条件は餌の供給または環境負荷による生産環境の悪化と考えられる<sup>3)</sup>。

餌起源の推定にこれまで使用されてきた分析手法として、炭素の安定同位体比分析及び脂肪酸組成分析がある。炭素の安定同位体比分析により有機物がどこで生産されたのかという空間的情報が得られる。脂肪酸組成分析からは、餌として同化された一次生産者が推定可能である。また、これらを相互補完する分析として、脂肪酸の炭素安定同位体比分析が行われている。これにより、一次生産者の空間的な起源の情報が得られることが期待される。

本研究では志津川湾における懸濁態有機物(POM)の空間的な起源および養殖カキの餌起源を推定し各種起源の相対的な重要性を明らかにすることを目的とした。特に脂肪酸の安定同位体比を用いて、カキの餌となる一次生産者の起源に着目した。

## 2. 方法

## 2.1. 現地調査

志津川湾において、2015年5月、8月、11月及び2016年1月にサンプリングを行った。サンプリング地点を図1に示す。内湾航路はカキ養殖施設から離れた航路上の地点、内湾養殖場はカキ養殖施設に近い地点となっている。海水はガラスフィルターでろ過し、POMを採取した。採取したサンプルは安定同位体比分析、脂肪酸組成分析および脂肪酸の炭素安定同位体比分析に供した。

## 2.2. データ解析

カキの餌料として寄与の大きい一次生産者を特定するため、POMとカキ体内の脂肪酸組成分析の結果を用いて主成分分析を行った。解析には統計ソフトRを用いた。

## 3. 結果及び考察

一般的に、海洋植物プランクトンの $\delta^{13}\text{C}$ は-24~-18‰、陸上起源の有機物の $\delta^{13}\text{C}$ は-25~-30‰になることが知られている<sup>4)</sup>。河川から陸上由来のPOMが流れ込むため河口のバルクの炭素安定同位体比は外洋と比べて低くなると考えられる。しかし、どの季節でも河口と外洋の $\delta^{13}\text{C}$ の差は小さく、海洋起源の $\delta^{13}\text{C}$ に近い値となった(図2)。湾内のPOMの多くが外洋からの海水と共に入り込んでいたと考えられる。夏に内湾航路と内湾養殖場で外洋よりも $\delta^{13}\text{C}$ が大きくなっているのは植物プランクトンが活発に生産されたためと推察される。一般に、生物は $^{13}\text{C}$ よりも $^{12}\text{C}$ を利用しやすい<sup>4)</sup>が、生物量が増えると $^{13}\text{C}$ を利用するようになるため $\delta^{13}\text{C}$ は大きくなると考えられる。夏には気温が高くなり植物プランクトンの活性が高く活発に増殖していると考えられる。東京湾においても夏季のPOMの炭素安定同位体比が冬季と比べて高くなることが報告されている<sup>5)</sup>。

キーワード:安定同位体比, 脂肪酸, 餌起源, カキ, 志津川湾

連絡先:宮城県仙台市青葉区荒巻宇青葉 6-6-06 東北大学 022-795-7474

大学院 工学研究科 環境生態工学研究室

脂肪酸組成分析の結果から、POM とカキ体内の脂肪酸組成が異なっていることが分かった(図 3)。特に、カキは珪藻と渦鞭毛藻由来のマーカ脂肪酸割合が高く、生物体内の脂肪酸組成は要求する栄養を反映することから、カキは珪藻や渦鞭毛藻を選択的に同化していると考えられる。

POM の脂肪酸組成は地点間よりも季節間での変動が大きかった。これは、季節により植物プランクトンの種類や量が変わることによるものと考えられる。20:5 $\omega$ 3(EPA)は珪藻由来の主たるマーカ脂肪酸であり、18:4 $\omega$ 3 と 22:6 $\omega$ 3(DHA)は渦鞭毛藻由来のマーカである。さらに、カキ中には DHA が 18:4 $\omega$ 3 よりも多く含まれて、EPA と DHA は必須脂肪酸でもあることから脂肪酸の炭素安定同位体比分析では EPA と DHA に注目することとした。その結果 DHA の  $\delta^{13}C$  は POM では特に夏で他の季節より高かったが、カキ体内では季節による変動は小さくほぼ一定の値となった(図 4)。夏に内湾での  $\delta^{13}C$  が大きくなるのはバルクの炭素安定同位体比と同様に植物プランクトンの増殖によるものと考えられる。これに対して、カキ体内の  $\delta^{13}C$  が季節間であまり変化しなかったのは植物プランクトンの脂肪酸の  $\delta^{13}C$  の変動に対して、カキ体内に餌の  $\delta^{13}C$  が反映されるのが遅いため、カキの安定同位体比の変化が小さくなったのではないかと推察される。

4. まとめ

バルクの安定同位体比分析により、湾内の POM の多くは外洋から流入したものと考えられた。また、脂肪酸組成分析によりカキの餌源として珪藻と渦鞭毛藻の寄与が大きいことが分かった。脂肪酸の炭素安定同位体比分析から、カキの餌としての珪藻と渦鞭毛藻由来の脂肪酸の起源は季節により変わることが分かった。今後は、植物プランクトンの安定同位体比の時間変動の特性やカキ体内に餌の安定同位体比が反映される速度(代謝回転時間)を明らかにする必要があると考えられる。

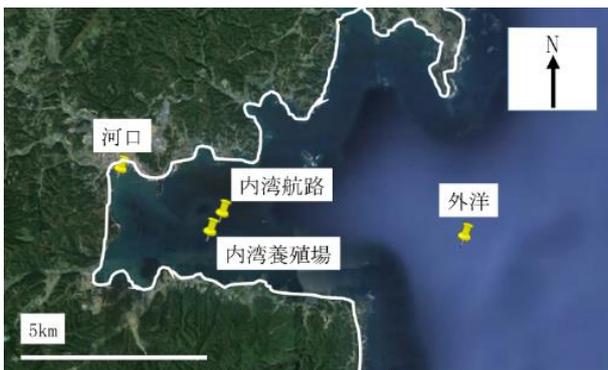


図 1: サンプル地点(Google earth より)

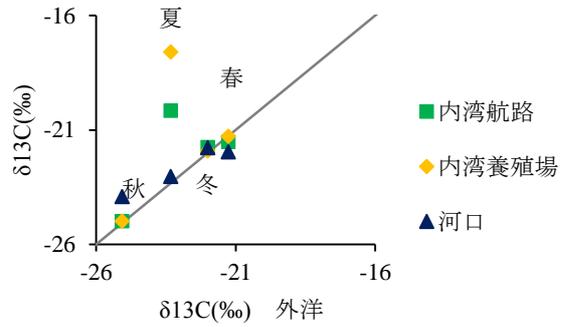


図 2 外洋の POM の  $\delta^{13}C$  と湾内の POM の  $\delta^{13}C$  の関係

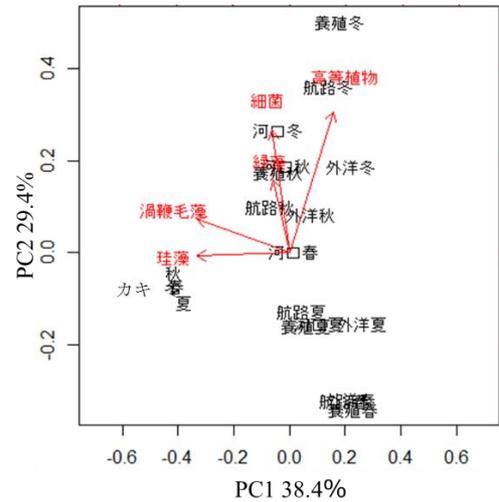


図 3 POM・カキのマーカ脂肪酸割合の主成分分析結果

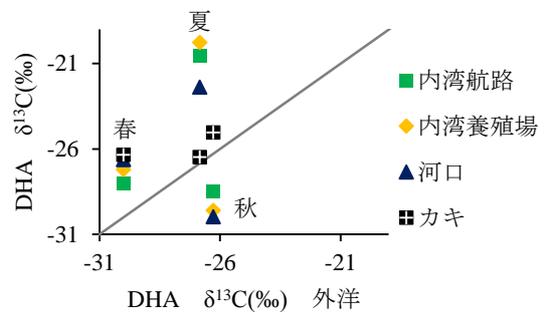


図 4 外洋の POM の DHA の  $\delta^{13}C$  と湾内の POM およびカキ体内の DHA の  $\delta^{13}C$  関係

参考文献

- 1)Wu et al, Impact of Marine Fish Farming on Water Quality and Bottom Sediment: A Case Study in the Sub-tropical Environment, Marine Environmental Research, 38, 1994
- 2)楠木豊, カキ養殖場における漁場老化に関する基礎的研究, 広島水試研報, 11, 1981.
- 3)阿保勝之, 杜多哲, アコヤガイの生理と餌料環境に基づく養殖密度評価モデル, 水産海洋研究, 65(4), 2001
- 4)永田俊, 宮島利宏, 流域環境評価と安定同位体, 2008
- 5)小川浩史ら, 夏季の東京湾における懸濁態および堆積有機物の炭素安定同位体比, 地球化学, 28, pp.21-36, 1994
- 6)富永修, 高井則之, 安定同位体スコープで覗く海洋生物の生態 - アサリからクジラまで -, 恒星社厚生閣, 2008