

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 21 日現在

機関番号：21401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26820218

研究課題名(和文)内湾生態系における陸上由来有機物に含まれる必須脂肪酸の重要性

研究課題名(英文)Importance of essential fatty acids in terrestrial organic matters for a marine ecosystem

研究代表者

藤林 恵 (Fujibayashi, Megumu)

秋田県立大学・生物資源科学部・助教

研究者番号：70552397

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：宮城県の広浦および蒲生干潟に生息する底生動物のバルクおよび必須脂肪酸の炭素安定同位体比を調べた。その結果、バルクの炭素安定同位体比はおおよそ-20‰で推移しており、底生動物は主に海洋に由来する藻類などの有機物を同化していると考えられた。必須脂肪酸においては、18:2₆と18:3₃が-30‰以下の低い同位体比を示す傾向にあり、これらの脂肪酸の起源が陸上であると考えられた。底生動物の主要な餌源は海洋起源であるものの、18:2₆や18:3₃などの一部の栄養素の供給源として陸域由来の有機物が重要である可能性が示された。

研究成果の概要(英文)：Assimilated food sources of benthic animals in Hiroura Lagoon and Gamou Lagoon in Miyagi Prefecture was investigated by using stable isotopes of bulk carbon and essential fatty acids. Stable isotope ratio of bulk carbon in benthic animals showed around -20‰ in both sampling sites, indicating main assimilated food sources of benthic animals were originated from marine. For stable carbon isotope ratio of fatty acid, depleted isotope ratio (less than -30‰) was detected in 18:2₆ and 18:3₃ with all collected benthic animals. This indicate that origin of these 2 essential fatty acid was terrestrial organic matters. These results demonstrated that main assimilated food source of benthic animals were marine origin, but some quantitatively minor essential nutrients, such as 18:2₆ and 18:3₃ were from terrestrial organic matters.

研究分野：生態工学

キーワード：必須脂肪酸 炭素安定同位体比 食物網 陸上有機物 山川海

1. 研究開始当初の背景

内湾や河口生態系に対する陸域から流入する物質の重要性に関しては、栄養塩類や有機物を中心にこれまで研究が行われてきた。栄養塩類は海域の植物プランクトンなどの生産を高め、それを高次の栄養段階の動物が餌利用することで海域の生態系の生産性を増加させている可能性が指摘されている。その一方で、陸域から流入する植物リターなどの有機物はセルロースなどの難分解性の物質を含むため、動物による直接的な餌利用は起りにくく、餌としての重要性は低いと考えられてきた。しかし、近年では底生動物にはセルロースを分解するためのセルラーゼ酵素が備わっていることが報告されており、陸上植物由来の有機物が海域の底生動物によって直接餌利用され得ることが示唆されている。

動物の生存に必要な栄養素の一つに必須脂肪酸が知られている。必須脂肪酸には細胞膜の構成要素としての役割、ホルモン物質の前駆物質としての役割などがあり、動物が生理機能を適切に発揮するために不可欠である。動物は必須脂肪酸を自ら合成できないため、藻類などの生産者が合成した必須脂肪酸を餌として取り入れなくてはならない。必須脂肪酸のうち、リノール酸(18:2 6)やリノレン酸(18:3 3)は主に陸上植物が生産している。そのため、河川を介して供給される陸上植物が海域に生息する動物に対する必須脂肪酸の供給源になっている可能性が考えられる。しかし、これまで陸域で生産される必須脂肪酸と海域の動物を関連付けて研究を行っている事例は見られない。

動物が同化している餌源を調べる方法としてバルクの炭素・窒素安定同位体比を用いる方法が広く利用されている。バルクとはサンプル内に含まれる全ての炭素や窒素を対象に安定同位体比を分析することを意味する。近年では成分ごとに同位体比を測定することが可能であり、例えば脂肪酸ごとの炭素安定同位体比を測定できるため、各脂肪酸の由来を解析することが可能になっている。

2. 研究の目的

(1) 内湾や河口生態系に生息する底生動物の必須脂肪酸の起源を炭素安定同位体比から解析し、陸域に由来する18:2 6や18:3 3が内湾に生息する底生動物に利用されているか明らかにする。

(2) 内湾生態系に出現し、水産資源としても重要なアサリ、*Ruditapes philippinarum*を対象として飼育実験を行い、餌に含まれる18:2 6や18:3 3がアサリの肥満度に与える影響を明らかにする。

3. 研究の方法

(1) 底生動物が同化している必須脂肪酸の由来に関する野外調査

2011年以降に宮城県の蒲生干潟、広浦から採集された底生動物サンプルを対象として、脂肪酸抽出を行い、各必須脂肪酸の炭素安定同位体比を測定した。

(2) 餌に含まれるリノール酸やリノレン酸がアサリの肥満度に与える影響評価のための室内飼育実験

宮城県蒲生干潟で採集した殻高2cm程度のアサリを対象として室内飼育実験を行った。まず殻高に有意差が生じないようにアサリを5個体ずつ13のグループに分けた。1つのグループを対照系として、残りのグループには複数の餌の混合し、それぞれ脂肪酸組成や元素組成の異なる餌(表1)を炭素量では同量になるように毎日与え45日間飼育した。そして45日後のアサリの脂肪酸組成と肥満度を測定した。

次にどのような脂肪酸を同化した時にアサリの肥満度が増加するのか検討するために、アサリの肥満度と各必須脂肪酸含有率との相関関係を調べた。アサリは主に珪藻を食べていることがこれまでの予備調査で明らかになっていたことから、アサリの肥満度と珪藻由来の必須脂肪酸である20:5 3に有意な正の相関が検出されることが予想された。そこで、肥満度とアサリ体内の20:5 3の単回帰式に各アサリの体内20:5 3実測値を代入し、20:5 3実測値から予測される肥満度を求め、その理論値と実際の肥満度との差、すなわち残渣を計算した。そして残渣と残りの必須脂肪酸との直線回帰を行った。

表1 飼育実験の用いた餌の組成

実験系	与えた餌	18:2ω6 (%)	18:3ω3 (%)	20:5ω3 (%)	CN比	CP比
1	無給餌	-	-	-	-	-
2	枯葉	7.1	30	-	81.3	1969.8
3	アマモ	20.9	32.8	-	16.7	164
4	クロレラ	33.4	20.2	-	6.2	50.4
5	珪藻	0.4	0.1	23.7	9.4	2079.7
6	脱脂枯葉	-	-	-	85.6	178.6
7	珪藻と枯葉	1.9	6.75	18.4	16.8	2023.2
8	珪藻とアマモ	7.5	11.3	15.5	12	304
9	珪藻とクロレラ	21.8	13.1	8.3	7.5	98.4
10	珪藻と脱脂枯葉	0.4	0.1	23.7	14.9	328.9
11	アマモとクロレラ	27.4	26.2	-	11.9	106.9
12	枯葉とクロレラ①	14	27.5	-	50.2	663.8
13	枯葉とクロレラ②	9.7	29	-	67.8	1205.6

4. 研究成果

(1) 底生動物が同化している脂肪酸の起源

2012年10月の蒲生干潟から採集された底生動物の各必須脂肪酸の炭素安定同位体比を図1に示す。イソシジミ、アサリ、ヤマトシジミ、ホトトギスガイ、ソトオリガイといった二枚貝類はどれも18:2 6と18:3 3が他の必須脂肪酸である20:4 6、20:5 3、22:6 3よりも低い炭素安定同位体比を示す傾向にあった。陸上由来の有機物の炭素安定同位体比が海洋由来よりも低い値を取ることが知られており、二枚貝類の18:3 3と18:2 6は陸上に起源を有するものと推察さ

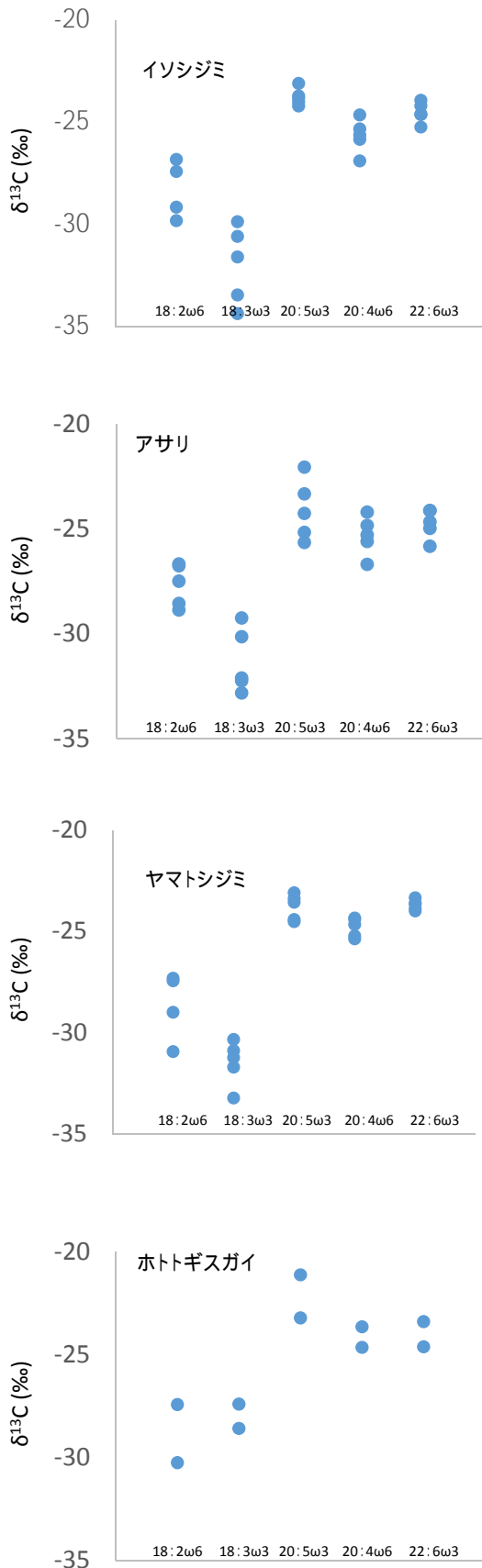


図 1 宮城県蒲生干潟で採集された底生動物の必須脂肪酸の炭素安定同位体比

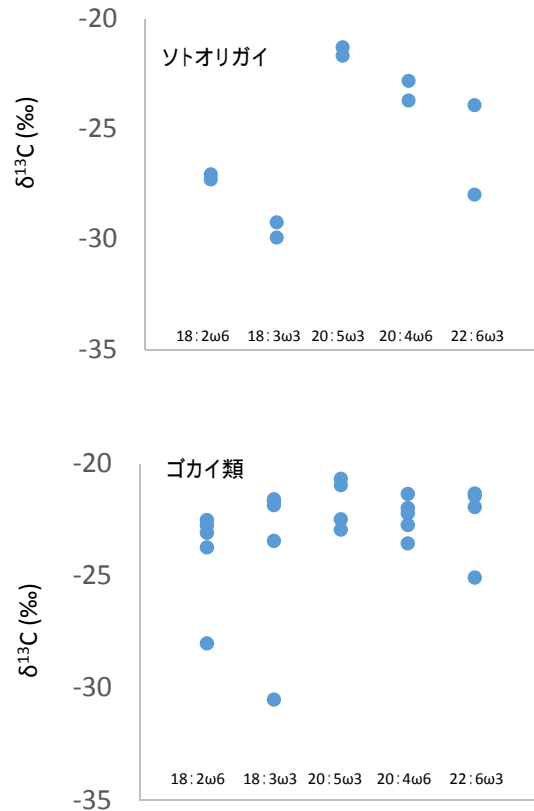


図 1 (続き) 宮城県蒲生干潟で採集された底生動物の必須脂肪酸の炭素安定同位体比

れた。二枚貝類に対して、ゴカイ類では1個体を除いて各必須脂肪酸の炭素安定同位体比は同等であり、 $-25 \sim -20\text{‰}$ の範囲に収まった。ゴカイ類の同化した必須脂肪酸の起源はどれも海洋に由来するものと考えられた。ただし、1個体のみ18:2 6と18:3 3が $-30 \sim -28\text{‰}$ と低い値を示しており、陸域由来の脂肪酸を同化している可能性を示唆している。今回の調査ではゴカイ類の種同定ができていないため、この個体間の脂肪酸の炭素安定同位体比の差異が、どのような要因に起因するのか特定することはできなかった。

蒲生干潟と広浦で採集されたイソシジミとアサリのバルクの炭素安定同位体比、各必須脂肪酸の炭素安定同位体比の経時変化をそれぞれ図2、図3に示した。バルクの炭素安定同位体比は、イソシジミ、アサリとも両調査地点でおおよそ -20‰ で推移している。海洋由来の植物プランクトンのバルクの炭素安定同位体比はだいたい -20‰ であることから、これらの2枚貝類の主な有機物源は海洋の植物プランクトンであると考えられる。その一方で、各必須脂肪酸の炭素安定同位体比に注目すると、20:4 6、20:5 3、22:6 3がおおよそ -24‰ 前後で推移しているのに対して、18:2 6、18:3 3は -30‰ 以下を記録している地点が多く見受けられる。脂質の炭素安定同位体比はバルクのそれよりも低い傾向を取ることが知られているが、C3

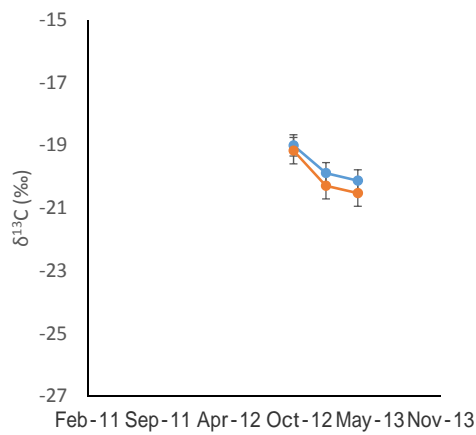
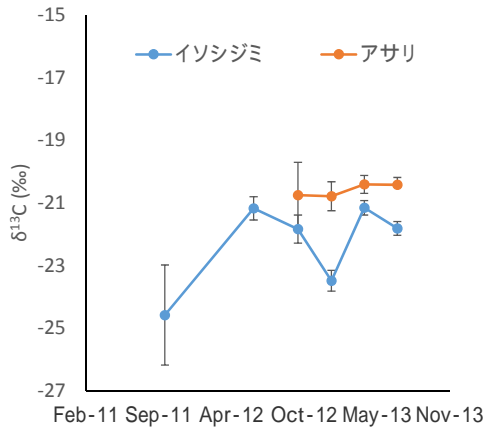


図 2 広浦（上）と蒲生干潟におけるイソジミとアサリのバルク炭素安定同位体比の経時変化

植物の脂肪酸の炭素安定同位体比はおおよそ $-32.4 \sim -38.5\text{‰}$ の範囲にあり (Ballentine et al. 1998), また海洋の珪藻の 20:5 3 は $-26.9\text{‰} \pm 0.7\text{‰}$ であると報告されている (Budge et al. 2008). すなわち, 二枚貝類の 18:2 6, 18:3 3 は陸上に起源を有しているものと考えられる. 二枚貝類の主な餌源は海洋に由来するものの, 18:3 3 や 18:2 6 といった一部の栄養素は陸域から取り入れている現場の実態が, 脂肪酸の炭素安定同位体比の分析から示された.

(2) アサリ肥満度と同化した脂肪酸の関係

アサリの肥満度と有意な正の相関を示した必須脂肪酸は 20:5 3 のみであった ($r = 0.30, p = 0.011$). この必須脂肪酸は珪藻に含まれる脂肪酸であり, 珪藻を多く同化しているアサリほど肥満度が高くなる傾向にあることが明らかになった.

肥満度とアサリ体内の 20:5 3 の単回帰式から算出した残渣 (肥満度理論値と肥満度実測値) と各脂肪酸の関係を検討した結果 18:2 6 と有意な正の相関が検出された ($r = 0.25, p = 0.04$). このことは, 18:2 6 を多く含むアサリほど, 体内の 20:5 3 から予測される肥満度の理論値よりも高い肥満

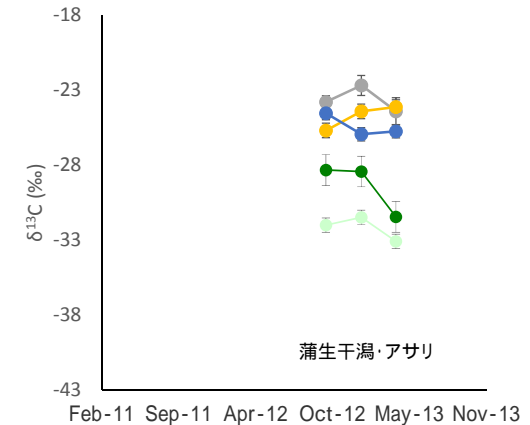
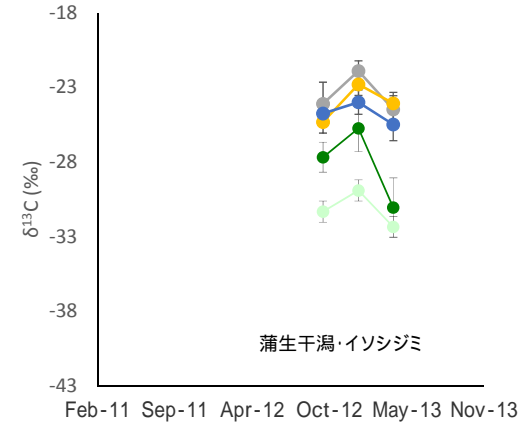
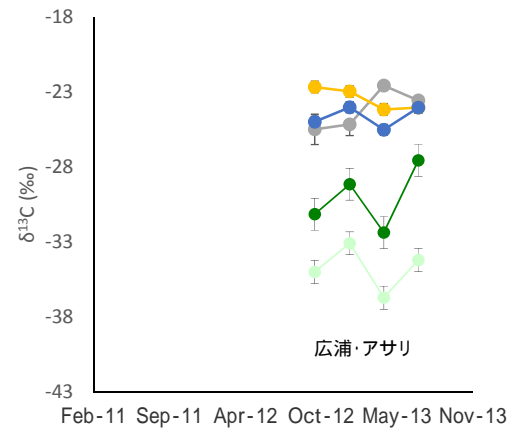
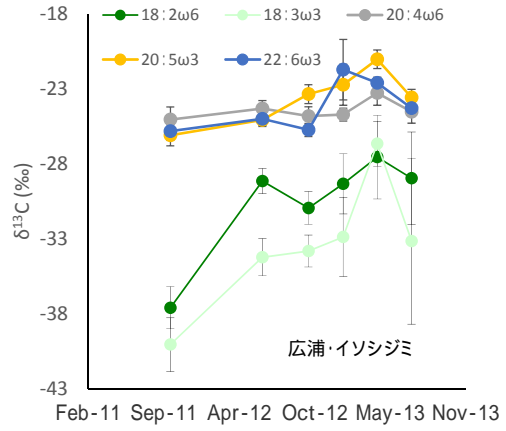


図 3 広浦と蒲生干潟におけるイソジミとアサリの必須脂肪酸の炭素安定同位体比の経時変化

度を有する傾向にあることを示しており、18:2 6 を同化することがアサリの肥満度増加に寄与している可能性を示している。アサリの主要な餌は海洋由来の珪藻であり、珪藻を同化した時に肥満度が高いが、18:2 6 の同化が補助的に肥満度を増加させているものと考えられる。現場調査の結果から、アサリの 18:2 6 起源は陸上由来であることが分かっており、陸域から供給される有機物がアサリの肥満度増加に寄与している可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

神崎洋青, 藤林恵, 坂巻隆史, 西村修: 内湾の底生動物に対する高等植物由来有機物の餌料価値, 第 50 回日本水環境学会年会, 2016 年 3 月 18 日, 徳島市

Megumu Fujibayashi, Chikako Maruo, Yoshio Aikawa, Osamu Nishimura: Utilization of allochthonous organic matter as food sources by brackish bivalves; Analysis of carbon stable isotope ratio of essential fatty acids, ASL02015 Aquatic Science Meeting, 2015 年 2 月 25 日, スペイン・グラナダ

神崎洋青, 藤林恵, 相川良雄, 西村修: 脂肪酸組成と生態化学量論に基づくアサリの栄養要求の評価, 日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 2014 年 9 月 6 日, 広島

藤林恵, 荻野修大, 丸尾千佳子, 相川良雄, 西村修: 脂肪酸の炭素安定同位体比を指標とした蒲生干潟底生動物の餌資源解析, 日本ベントス学会・日本プランクトン学会合同大会, 2014 年 9 月 5 日, 広島

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
出願年月日:
国内外の別:

取得状況(計 0 件)

名称:
発明者:
権利者:
種類:
番号:
取得年月日:
国内外の別:

〔その他〕
ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

藤林恵 (FUJIBAYASHI, Megumu)
秋田県立大学・生物資源科学部・助教
研究者番号: 70552397

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: