

安定同位体比分析を用いた流れ藻生態系食物網に関する研究

2014年3月 海洋生命環境学分野 学籍番号 47126632 西田由布子

指導教員 小松輝久 准教授

キーワード: 流れ藻、葉上動物、食物網、安定同位体

1. 緒言

流れ藻は沿岸域に繁茂する海産の大型植物が波の力などにより引き剥がされて海表面に漂流・集合した海藻や海草のパッチで、日本周辺では主にホンダワラ類で構成され、さまざまな魚類や葉上動物などの生物が一時的またはそれらの浮遊期間を通じたすみかとして利用する。日本周辺では、サンマやサヨリ、トビウオなどが産卵基質として利用し、ブリの稚魚であるモジャコが幼稚魚期を過ごす。ブリ養殖では、流れ藻ごと掬い取ったモジャコを養殖の種苗としていることから、水産資源の観点からも流れ藻群集は重要である。本研究では、流れ藻生態系が維持されるために、餌資源として流れ藻が利用されているのか検討することを目的として、東北沖の流れ藻を対象に、安定同位体比解析によって流れ藻生態系生物群集の食物網解析を行った。

材料と方法

2013年8月、岩手県船越湾沖約17kmの沖合にて、傭船した漁船から流れ藻を目視観測し、発見次第モジャコ網またはタモ網で採集した。採集した流れ藻から、海藻、葉上動物、随伴魚類、付着藻類、周辺のプランクトンを採集した。海藻、葉上動物、随伴魚類、付着藻類の種組成と個体数を計数とともに、種同定の後、乾燥、粉碎したサンプルを錫箔で包埋し、元素分析装置(FLASH 2000/FLASH EA/ConFlo IV/DELTA V)により炭素窒素安定同位体比を分析した。サンプルの炭素窒素安定同位体比からC-Nマップを作成し、食物網を解析した。また、プランクトンをフィルターで濾過しサイズ別の、また、流れ藻の藻体内の部位・器官別の炭素窒素安定同位体比の分布も調査した。

結果および考察

1) 種組成

船越湾沖約17kmの3地点で6塊、合計7.3kg湿重の流れ藻を採集した。A, B, Cの3つの地点(以下St.)で2塊ずつ採集し、合計6塊の流れ藻を得た。流れ藻を構成したのは主にホンダワラ類で、北方系のウガノモクが優占する東北沖の特徴をもった海藻種構成であった。葉上動物では、端脚目ワレカラ亜目とヨコエビ亜目が、魚類では、ウマズラハギ、カワハギ、ハナオコゼなどが多く、東北沖(Sano *et al.* 2003)、駿河湾(日下 2008)の流れ藻群集と同じ傾向であった。

2) ホンダワラ類流れ藻の炭素窒素安定同位体比の分布

ホンダワラ類流れ藻の $\delta^{13}\text{C}$ は、個体内の部位($\delta^{13}\text{C}$ =主枝>側枝>生殖器托)による変動が大きく、これは生殖器托に $\delta^{13}\text{C}$ の低い脂質が多く含まれていることが原因であると考

えられた。一方、 $\delta^{15}\text{N}$ は個体内の変動よりも種による変動が大きく、これは藻体に取り込む環境中の窒素の $\delta^{15}\text{N}$ の影響であると推定された。以上から、C-Nマップ上で食物網の分析を行う場合、海藻の種類ごと、そして部位別に $\delta^{13}\text{C}$ と $\delta^{15}\text{N}$ をプロットすることで、どのような種のどの器官が消費されているかがわかり、より詳細な一次生産者の推定が可能になることが示された。

3)食物網解析

各流れ藻のC-Nマップから、流れ藻生態系において動物が利用する可能性のある3種の一次生産者（植物プランクトン、付着紅藻、流れ藻）が確認された。一次生産者の推定の指標となる $\delta^{13}\text{C}$ は、多くの葉上動物が流れ藻と同程度の値であったことから、炭素については流れ藻由来の炭素を利用していると考えられた。一方で、多くの葉上動物が、 $\delta^{15}\text{N}$ も流れ藻と同程度の値であり、栄養段階を経た証である $\delta^{15}\text{N}$ 値の上昇が見られなかった。このことは、葉上動物が流れ藻を直接摂餌しているのではなく、『 $\delta^{13}\text{C}$ が海藻寄りで $\delta^{15}\text{N}$ の低い他の食物源(未知の食物源)』を利用している可能性を示している。未知の食物源として、流れ藻の付着珪藻、または流れ藻

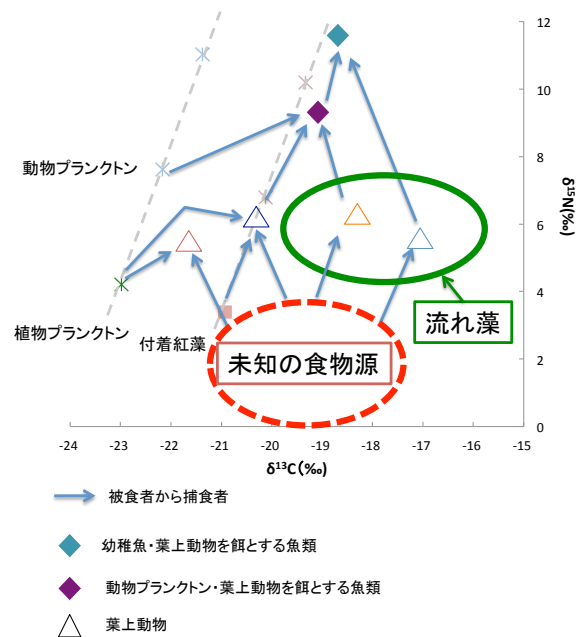


図 流れ藻食物網 C-N マップ模式図

を分解したバクテリアなどが考えられ、流れ藻生物群集において、流れ藻自体は直接餌となっておらず、バクテリアによる分解などを介して流れ藻由来の栄養源が利用されていると考えられた。また、魚類は、動物プランクトンと葉上動物を混食し、葉上動物は未知の食物源を利用していることから、流れ藻生態系において未知の食物源が大きな役割を果たしているものと思われる。

葉上動物の存在が海藻に与える影響として、葉上動物の葉上藻類の摂食によって藻体が付着藻に覆われるのを防ぎ基質海藻の成長に正に働くことがある(Duffy 1990)。本研究で、流れ藻を構成するホンダワラ類自体が動物に摂食されておらず、葉上動物が流れ藻を食害せず、付着珪藻やデトリタスなどの流れ藻の付着物を食べクリーニングするという葉上動物と浮遊していても光合成を行う流れ藻の間の相利共生の関係が示された。

引用文献

Sano *et al.* (2003): Predator-Prey systems of drifting seaweed communities off the Tohoku coast, northern Japan, as determined by feeding habit analysis of phytal animals. *Fish. Sci.*, 69, 260-268.

日下崇(2008): 駿河湾の流れ藻に関する研究. 東京大学大学院新領域創成科学研究科自然環境学専攻海洋環境コース平成 19 年度修士論文

Duffy J M (1990): Amphipods on seaweeds: partner or pests? *Oecologia*, 83, 267-276..

Studies on food webs of drifting seaweed ecosystems using stable isotope analysis

Mar. 2014 Marine Life Science and Environment 47126632 Yuko Nishida

Supervisor Associate Professor, Teruhisa Komatsu

Keyword: drifting seaweed, phytal animal, food web, stable isotope

I Introduction

Drifting seaweed is a raft floating on the sea surface detached from rocky shore by waves and currents. It consists mainly of *Sargassum* species around Japan. These drifting seaweeds are temporary or permanent habitats of juvenile fish and phytal animals during floating. They serve as refuges, spawning substrate and dispersion tools for these animals. In Japan, some important fishes such as young yellowtail use drifting seaweeds. Therefore, they are very important for fisheries resources. However, there have been few studies on food webs of drifting seaweed communities including phytal animals. Previous studies on the food web structures around Japan were those in waters off Tohoku (Sano *et al.* 2003) with a traditional stomach content analysis and in Suruga Bay (Kusaka 2008) with stable isotope analysis, of which the conclusions were contradictory. This study aims to clarify whether drifting seaweeds are used as food resources using stable isotope analysis.

II Materials and methods

Seaweed rafts were collected on 21 August 2012, in waters 17km distant from the mouth of Otsuchi Bay, Iwate Prefecture. We used a Mojako ami-net (fishing net for juvenile yellowtail) and a hand net to catch six rafts of drifting seaweeds. Seaweeds, phytal animals, fishes, epiphytic macroalgae, plankton were divided from each raft, identified to examine species compositions and processed to samples for stable isotope analysis. Then stable isotopes of C and N of these samples were measured with isotope-ratio mass spectrometry (IRMS) to make C-N map for food web analysis.

III Result and Discussion

1) Species composition

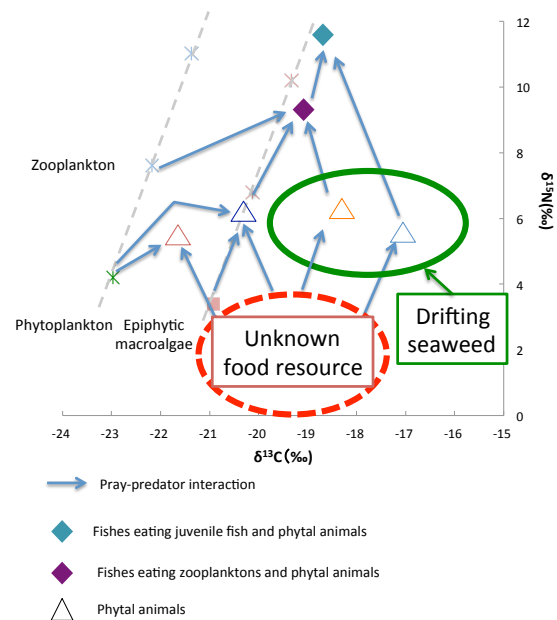
Cystoseira hakodatensis (Yendo) Draisma which is boreal type of *Sargassum* was the dominant in wet weight in total seaweed of the rafts. High percentage of phytal animals in number were occupied with Amphipoda Caprellidea and Amphipoda Gammaridea. This composition is the same as that of drifting seaweeds in Tohoku waters (Sano *et al.* 2003) and Suruga Bay (Kusaka 2008). The composition of associated fishes of this study was not different from those of Tohoku and Suruga Bay.

2) Distribution of stable carbon and nitrogen isotope ratio in drifting seaweed

Order of $\delta^{13}\text{C}$ values of three organs in the body of the same individual seaweed was main branches>side branches>receptacles. Mean values of $\delta^{15}\text{N}$ of individual seaweeds were much varied among three species. It is considered that variation of $\delta^{13}\text{C}$ values were caused by variation of lipid distribution of seaweed (receptacle contains much lipid than other parts) and the variation of $\delta^{15}\text{N}$ value is caused by the influence of environmental nitrogen from deep waters. These results suggest that $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ variations enable us to analyze sources of food webs in drifting seaweed communities from levels of organs and species of *Sargassum*.

3) Food web analysis

Results of C-N map showed that there were three types of potential primary producers in the drifting seaweed communities, which were phytoplankton, epiphytic macroalgae and drifting seaweed itself. Values of $\delta^{13}\text{C}$ and $\delta^{15}\text{N}$ of most phytal animals were located at levels similar to those of drifting seaweed. Thus, the phytal animals use unknown food resources with $\delta^{13}\text{C}$ similar to seaweeds and $\delta^{15}\text{N}$ much lower than seaweeds. It is estimated that possible sources of unknown ones are epiphytic diatoms or bacteria. It is concluded that seaweed itself



is not used directly as food resources in the drifting seaweed communities. If phytal animals use epiphytic diatoms or bacteria as food sources, they benefit drifting seaweeds through cleaning phytal algae. Thus drifting seaweed communities off Tohoku waters form a mutualistic system.

References

- Sano *et al.* (2003): Predator-Prey systems of drifting seaweed communities off the Tohoku coast, northern Japan, as determined by feeding habitat analysis of phytal animals. *Fish Sci*, Vol.69, 260-268.
- Kusaka T (2008): Studies on the drifting seaweeds in Suruga Bay. Master thesis of graduate school of frontier science, University of Tokyo, Tokyo, 46pp.
- Duffy J E (1990): Amphipods on seaweeds: partner or pests? *Oecologia*, No.83, 267-276.