

5.4 水生生物におけるヨウ素/炭素比 (I/C 比) の解明 Investigation of Iodine to Carbon Ratio (I/C ratio) in Aquatic Organisms

佐藤 雄飛

環境影響研究部

Yuhi SATOH

Department of Radioecology

Abstract

Iodine to carbon ratio (I/C ratio) in aquatic organisms may be a useful indicator for describing transfer of radioiodine in the food web of an aquatic ecosystem, when the I/C ratio is nearly constant in an organism. However, only a few reports have provided information on the I/C ratio. To study the I/C ratio in the aquatic organisms, samples of a kind of seagrass, *Zostera marina*, were collected on the coast of Shimoda City, Shizuoka Prefecture, Japan, almost every other month during 2013–2014. The collected samples were dried and analyzed for concentrations of iodine and carbon. The iodine concentration in *Z. marina* was found to range from 17–106 $\mu\text{g g}^{-1}$ dry with a seasonal trend of being high in winter to spring and low in autumn. The I/C atomic ratio in *Z. marina* varied from 0.072×10^{-4} to 0.64×10^{-4} , depending mostly on the iodine concentration. It can be suggested that seasonal variation of iodine concentrations in *Z. marina* should be considered when using I/C ratio as the indicator.

1. 目的

放射性ヨウ素 (^{129}I 、 ^{131}I 等) は、大型再処理施設や原子力事故等に由来する放射性核種の中で、生物への高い蓄積性及び存在量の多さから、環境中における挙動を注視すべき核種の1つである (UNSCAER, 2008)。特に、水圏環境は地球上において最大の放射性ヨウ素のリザーバーであることから、水圏生態系における放射性ヨウ素動態は人為起源の放射性核種の環境中動態を把握する上で重要な研究課題である。しかしながら、環境中のヨウ素動態全般に関する生物地球化学的な知見が不足しているため、現状では水圏生態に放出された放射性ヨウ素の動態を予測することは困難である。

食物連鎖における各生物間の物質の保持や移行は、多くの場合、生物体を構成する有機物の主成分である炭素量とそのフラックスによって表現される。この際、食物連鎖間の各生物における炭素/ヨウ素比 (以下、I/C比) を一定値として定めることが可能ならば、各生物に保持されるヨウ素量及び各生物間のヨウ素フラックスを推定できる。しかしながら現

状では、各種水生生物のI/C比に関する情報がほとんどない。また、水生生物中のヨウ素濃度を連続的に観測した研究例が乏しいため、I/C比のみならず、各種水生生物中のヨウ素濃度の変動幅も詳しく理解されていない。

本研究では、水生生物におけるI/C比の解明の先駆けとして、水圏生態系における食物連鎖の起点となる一次生産者の海草 (アマモ) を対象とした調査を行った。この際、静岡県下田市の沿岸を対象水域に設定し、同生物中のヨウ素及び炭素濃度の測定を行い、ヨウ素濃度及びI/C比の変動幅と季節変動に関する観測を実施した。

2. 方法

本研究では、筑波大学下田臨海実験センターにおいて2013年から2014年にかけて採取されたアマモを分析の供与試料とした。この試料は、静岡県下田市鍋田湾 (塩分 32~34 psu) において隔月で採取されたものであり、採取後は、60°Cで乾燥した上で粉末化され、脱湿及び密閉環境下で保存されていた。

この試料には、アマモの全ての部位（葉、茎、根、花）が含まれている。

アマモ中のヨウ素濃度の決定は、試料中のヨウ素を 0.5% 次亜塩素酸ナトリウム水溶液により抽出した後に、抽出溶液中のヨウ素をボルタンメトリー（797Computrace, Metrohm, AG）の測定によって行った。炭素濃度については、試料をスズカプセル（Ludi Swiss, AG）に封入した後、アラニンを経標準試料として、元素分析計（NC2500, CE Instruments, Ltd.）を用いて測定した。

3. 成果の概要

アマモ中のヨウ素濃度は $17\text{--}106\ \mu\text{g g}^{-1}$ であり、冬季から春季にかけて高く、夏季から秋季にかけて低くなるという特徴的な季節変動を示した（Fig. 1）。また、各年におけるヨウ素濃度の平均値の間には有意差は認められなかった（2013 年： $59\ \mu\text{g g}^{-1}$, 2014 年： $61\ \mu\text{g g}^{-1}$, $p > 0.7$ ）。このヨウ素濃度の季節変化と類似した傾向は、アマモ中の重金属濃度に関して報告されている。この報告によれば、夏季から秋季にかけて有機物濃度が増加するのに伴って灰分が減少するため、同様の季節に重金属濃度も減少することが示されている。本研究においてはアマモ中のヨウ素濃度と炭素濃度の間に逆相関の関係が認められることから（ $r = -0.58$ ）、ヨウ素濃度に関しても、重金属と同様に、アマモ中の有機物/灰分の存在比

の変化によって制御されている可能性が示唆される。

また、本研究で観測されたアマモ中のヨウ素濃度は、その他の一次生産者に比べて比較的低い値であった（植物プランクトン： $約\ 100\text{--}1000\ \mu\text{g g}^{-1}$, 海藻： $約\ 50\text{--}10000\ \mu\text{g g}^{-1}$ ）。このことから、水圏生態系における食物連鎖へのヨウ素供給源としてのアマモの重要性は低いことが示唆される。ただし、アマモを特異的に捕食する消費者が存在することや、アマモが多様な塩分濃度の領域に生息可能であることを考慮すると、ヨウ素供給源として地域特異的な重要性を有する可能性がある。

アマモ中の I/C 比は、 $(0.72\text{--}6.4) \times 10^{-5}$ （原子数比）であり、概ねヨウ素濃度と同様の季節変化の傾向を示した（Fig. 2）。これは、炭素濃度の季節変動（最大で 2.1 倍）に比べてヨウ素濃度の季節変動（最大で 6.1 倍）が顕著に大きいことに起因する。また、各年における I/C 比の平均値に有意差は認められなかった（2013 年： 2.3×10^{-5} , 2014 年： 3.2×10^{-5} , $p > 0.3$ ）。本研究で観測されたアマモ中の I/C 比は最大で 8.9 倍の変動を示していたことから、ヨウ素動態を解析する際の指標として一定値の I/C 比を設定することは困難である。したがって、I/C 比を利用したヨウ素動態の解析を実施する際には、ヨウ素濃度の季節変化等によって I/C 比の変動の特徴を把握し、季節に応じた I/C 比を設定する必要があると考えられる。

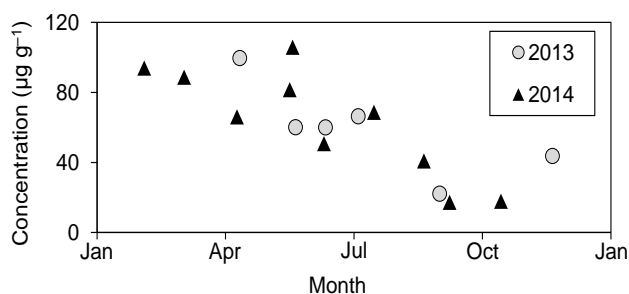


Fig. 1. Iodine concentration in *Z. marina*.

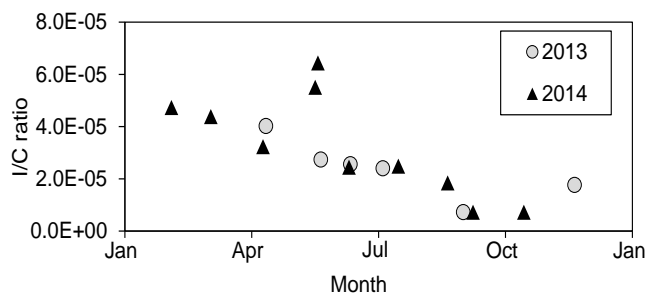


Fig. 2. Iodine to carbon (I/C) ratio in *Z. marina*.