

図2 えりも東岸(1~6)、西岸(14~25)、襟裳岬周辺(7~13)、岬岩礁帯(①~⑤)における栄養塩とゼニガタアザラシDNAの平均濃度の季節変動

ン酸態：DIP、ケイ酸態：DSi)のうちDINの年間最大濃度は平均で175μg/Lと、本道日本海沿岸域(60~80μg/L)の2倍以上の値を示しました。このことは、えりも沿岸域が栄養豊富な親潮の影響を受けるためと考えられます。しかしながら、春季以降では、えりも沿岸域の多くの場所で、日本海沿岸域と同様に栄養塩が枯渇する傾向がみられました。その中であって、岬岩礁帯では他の場所と異なり、DSiは枯渇したものの、DINおよびDIPは高濃度を維持しました(図2)。

襟裳岬岩礁帯の栄養源は？

襟裳岬岩礁帯で高濃度が維持されたDINやDIPはどこから供給されたのでしょうか？一般に海の深層や河川水にはDINやDIPの他、珪藻類等の硬組織や岩石等の鉱物に由来するDSiが多く含まれます。このため、鉛直混合により深層から供給された海水ではDIN、DIPとともにDSiも高濃度を示します。一方、河川水の影響を受けた場合、DSi濃度の上昇に加えて塩分の低下も起こります。これに対し人間や動物の体組織はケイ素(Si)を含ま

ないため、人間活動や動物の死骸・排泄物が強く影響する海域では、DSiに比べてDINとDIPが相対的に高濃度を示します。

岬岩礁帯は人間が容易に近づける場所ではないため、人間活動が栄養塩の供給源になりにくい状況です。そこで、岬岩礁帯の海水について環境DNAを調べたところ、高濃度のアザラシのDNAが検出されました。この結果から、岬岩礁帯に残存していたDINやDIPには、アザラシの死骸や排泄物に由来するものが含まれていた可能性が示唆されました。

アザラシはコンブの栄養源か？

コンブは栄養塩を利用して藻体を形成するため、藻体成分は海の栄養状態を反映すると考えられます。そこで、藻体成分のうちコンブが利用した栄養源の指標となる窒素安定同位体比($\delta^{15}\text{N}$:質量数14の窒素と質量数15の窒素の比、 $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$)を調べました。一般に、コンブ等の光合成をする生物の $\delta^{15}\text{N}$ は、利用したDINの $\delta^{15}\text{N}$ を反映します。DINの $\delta^{15}\text{N}$ は起源によって異なり、例えば動物や人間活動の影響が少ない海水や河川水の $\delta^{15}\text{N}$ は、それ

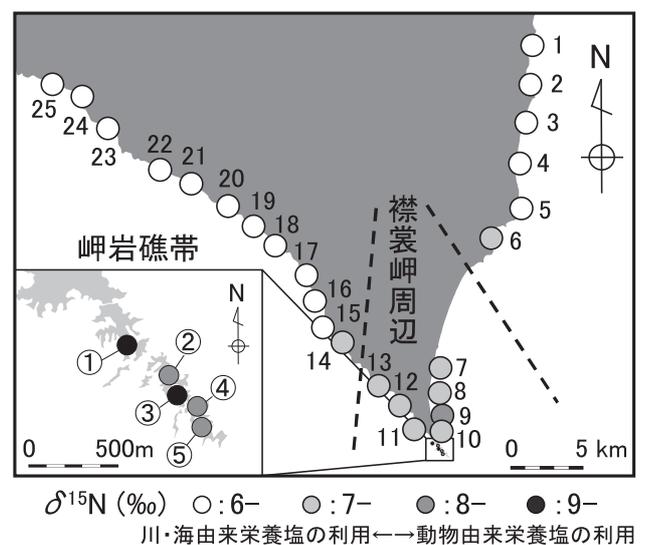


図3 えりも沿岸域におけるミツイシコンブの $\delta^{15}\text{N}$

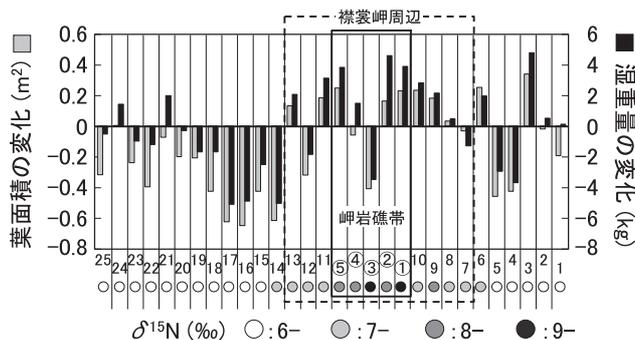


図4 えりも沿岸域におけるミツイシコンブの6～8月にかけての葉面積および湿重量の変化量
参考に8月に採取されたコンブの $\delta^{15}\text{N}$ も示した。

それぞれ約4～7‰(千分率)、0～3‰を示します。一方、人間や魚・鳥類等、食物連鎖の上位に位置する生物の $\delta^{15}\text{N}$ は10‰以上の高い値を示すことがわかっています。したがって、人間活動やアザラシ等、動物の死骸・排泄物の影響を受けた海水や河川水の $\delta^{15}\text{N}$ は上昇し、これらの水に含まれる栄養塩を利用したコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は、影響の少ない海水や河川水の栄養塩を利用したコンブより高い値を示すと推測されます。

8月に岬岩礁帯で採取されたコンブの $\delta^{15}\text{N}$ は平均8.9‰(7.0～10.2‰)と、他の沿岸域で採取されたコンブの6.9‰(5.3～9.0‰)より高い値を示しました(図3)。このことから、岬岩礁帯には他のえりも沿岸域とは由来の異なるDINが存在することが示唆されました。さらに、岬岩礁帯に分布していたアザラシの筋肉と糞の $\delta^{15}\text{N}$ を調べてみたところ、5個体平均でそれぞれ16.0‰、15.2‰でした。したがって、岬岩礁帯におけるコンブの高い $\delta^{15}\text{N}$ は、「アザラシ由来栄養塩の利用」で最も矛盾なく説明できそうです。

栄養源としてのアザラシの寄与はコンブの藻体サイズにも現れていました。えりも沿岸域で採取されたコンブの多くは、6～8月にかけて葉面積や湿重量が小さくなりましたが、岬岩礁帯とその周辺の多くは同等かむしろ大型化する傾向を示し

ました(図4)。この結果から、春季以降に供給された高濃度の栄養塩が藻体の維持に寄与している可能性が示唆されました。仮説の段階ですが、この時期に藻体を大きくすることは、秋季に藻体に形成される子嚢斑面積の増大と、多くの遊走子数の放出に寄与し、次世代以降の群落維持・増大に貢献するかもしれません。

以上をまとめると、岬岩礁帯周辺では、アザラシがコンブの栄養源として機能し、形体や群落維持に寄与している可能性が示唆されました。現在、コンブの形体や群落維持のみならず、グルタミン酸やアスパラギン酸等の旨味に関係する窒素成分に及ぼすアザラシの寄与についてもデータを蓄積・解析中です。

アザラシの隠れた役割

津軽暖流と親潮が流れ込むえりも沿岸域では、サケやスケトウダラ等多くの魚類が回遊します。えりも沿岸域において食物連鎖の上位捕食者であるアザラシは、それら回遊魚によって運ばれてきた栄養物質を捕食によりトラップし、えりも沿岸域のコンブに供給する重要な役割を果たしている可能性が見えてきました。気候変動により栄養塩供給規模の縮小が危惧される昨今、大型動物による栄養供給の評価は、今後益々重要になると考えられます。一方で、アザラシは漁具を破壊し、漁網内の漁獲物を捕食する等、漁業被害を及ぼす側面を持っていることも事実です。今回の取り組みが人間と海獣類の共存を考えるきっかけの一つになれば幸いです。本調査の一部は東京農業大学学部長主導型プロジェクトの一環で行いました。

参考文献

- 1) 吾妻行雄, 松山恵二, 中多章文, 川井唯史, 西川信良(1997) 北海道日本海沿岸におけるウニ除去

後の海藻群落の遷移, 日本水産学会誌, 63, 672-680.

- 2) Kuribayashi T, Akaike S, Montani S (2016) A new indicator of $\delta^{15}\text{N}$ signature for detecting nutrient supply effects to *Saccharina japonica* var. *religiosa*, Algal Res., 9, 1-13.
- 3) Kazama K (2019) Bottom-up effects on coastal marine ecosystems due to nitrogen input from seabird feces Ornithol. Sci., 182, 117-126.
- 4) Kuribayashi T, Abe T, Montani S (2017) Historical $\delta^{15}\text{N}$ records of *Saccharina* specimens from oligotrophic waters of Japan Sea (Hokkaido), Plos One, 12, 1-15.

(栗林貴範 中央水試資源管理部 報文番号B2457)