

大阪湾湿地帯における有機物分解システムの解明 —湿地帯生物の難分解性有機物分解能の把握と湿地帯健康度評価の試み(その2)

劉 文

京都大学 地球環境学堂 特定助教

目的：2019年度の調査研究では大阪湾沿岸の湿地帯に生息する多くのベントスがセルラーゼ活性を持ち、陸上植物由来準難分解性有機物の分解に関わっていること、また、安定同位体分析を用いてこれらセルラーゼ活性を持つベントスが「酵素保有者」だけではなく、実際に陸上植物由来難分解性有機物を分解・利用している「分解実行者」でもあることを明らかにした。しかし、それぞれのベントスの間で難分解性有機物の分解・利用量に違いがあるのか、また環境条件（特に餌）によってこの分解・利用量に季節的変化があるのかについて不明な点が残されていた。これを踏まえ、2020年度の調査研究は大阪湾湿地帯に生息するベントス優占種を対象に、それらの陸上植物由来準難分解性有機物分解能力（セルラーゼ酵素活性の定量）と実際の同化レベル（安定同位体分析）の季節変化に注目した。

また、これまで陸上植物由来難分解性有機物の利用状態で湿地帯を評価する研究が皆無であること、すなわち「湿地帯に優占するベントスがどの程度の陸上植物由来難分解性有機物を分解・低分子化する能力を持てば湿地帯が健康的な状態になる」のような基準が存在しないことを踏まえ、自然干潟（男里川河口）や人工干潟（阪南2区人工干潟）に生息する同種のベントスの酵素活性が示す準難分解性有機物分解能力と安定同位体比が示す実際の同化レベルの違いの有無とその要因について調べた。

結果と考察：一部のベントスを除き（フトヘナタリ）自然・人工に関わらず、干潟に生息するベントスの陸上植物由来準有機物同化率は季節によって変わることが明らかになった。当初の予想では、セルラーゼ酵素活性の季節変化パターンと安定同位体比の値の季節変化パターンが一致すれば、セルラーゼ酵素活性を基に単位当たりの安定同位体比絶対値の変化がどの程度のセルロース分解量に相当することが計算できると考えたが、自然・人工に関わらず、干潟に生息するベントスのセルラーゼ酵素活性の季節変化は実際の陸上植物由来有機物の同化率と必ずしも一致しないことが明らかになった（図1）。つまり、安定同位体分析の結果から、各生物が陸上植物由来有機物の利用度が「より多い」か「より少ない」かまでは把握できたが、酵素活性との関係性が認められなかったため、酵素活性からどの程度の陸上植物由来準難分解性有機物を利用しているかを見積もることができなかった。

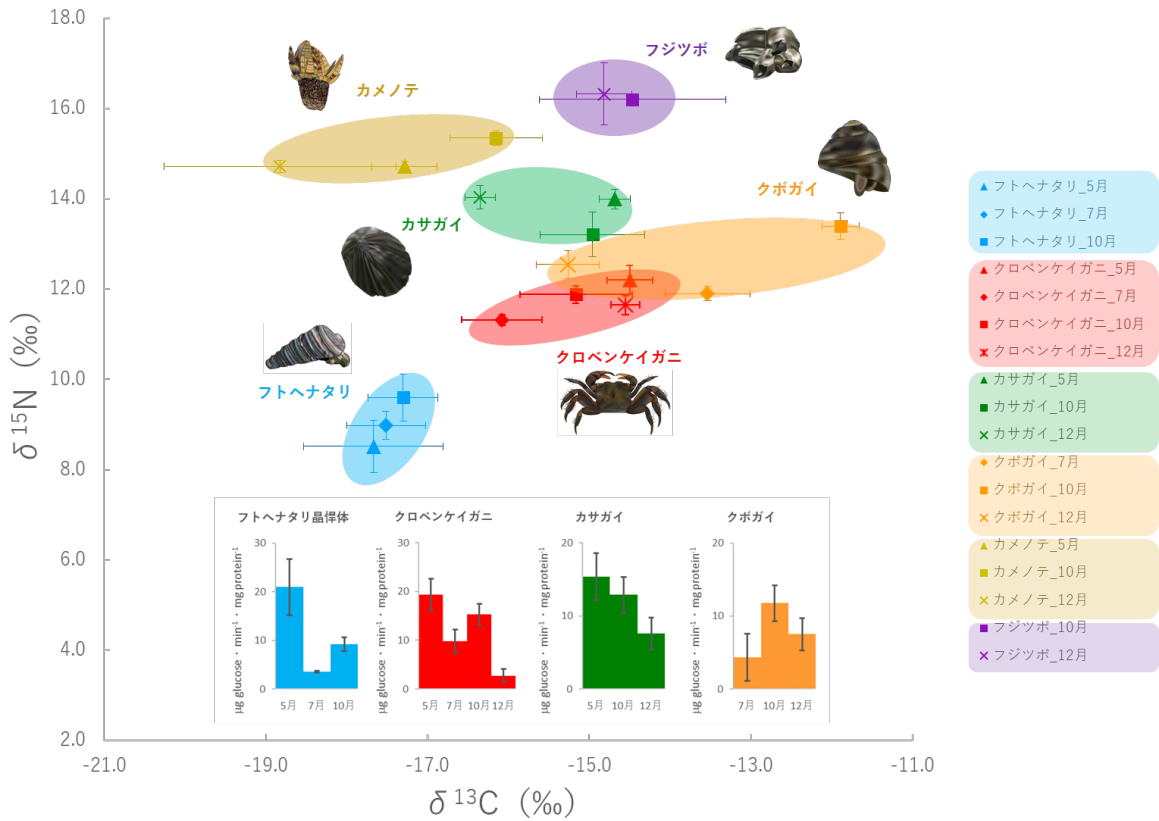


図 1：自然（男里川）干潟に生息するベントス優占種のセルラーゼ酵素活性および安定同位体比。横軸は炭素の安定同位体比 ($\delta^{13}\text{C}$)、縦軸は窒素安定同位体比 ($\delta^{15}\text{N}$)。各季節の同種の安定同位体比は同じ色で示している。プロットの形は季節を示し (\triangle =5月、 \diamond =7月、 \square =10月、 \times =12月)、記号がない場合は該当季節に該当種のサンプルが採集できなかったことを示す。安定同位体比グラフの空白部分にはセルラーゼ酵素活性の季節変化を示す図を挿入している。単位 ($\mu\text{g glucose} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{mg protein}^{-1}$) は、単位時間 (1 分間) に単位タンパク量 (酵素以外のタンパクも含み総量 1 mg の内臓抽出液) がグルコースと同等な還元力を持つ単糖またはオリゴ糖の出現量 (μg) を示す。**注意**：同種内での酵素活性の比較は可能であるが、種間の比較はできない。なお、安定同位体比および酵素活性のパラッキは SEM (標準誤差) を示す。

一方、自然および人工干潟に生息する同種のベントスを比べたところ (図 2)、陸上植物由来の有機物に乏しい人工干潟に生息しているベントスは、自然干潟に生息する同種に比較して明らかに高い $\delta^{13}\text{C}$ 値を示した。このことは摂取された陸上植物由来難分解性有機物量の違いが安定同位体比に反映されていると考えられた。

今後の課題として、この差がどれほどの陸上植物由来有機物の分解・利用・同化量を意味するのかを解明しつつ、湿地帯の陸上植物由来難分解性有機物を低分子化する能力、いわゆる「健康度」の評価につなげるのかが残された。

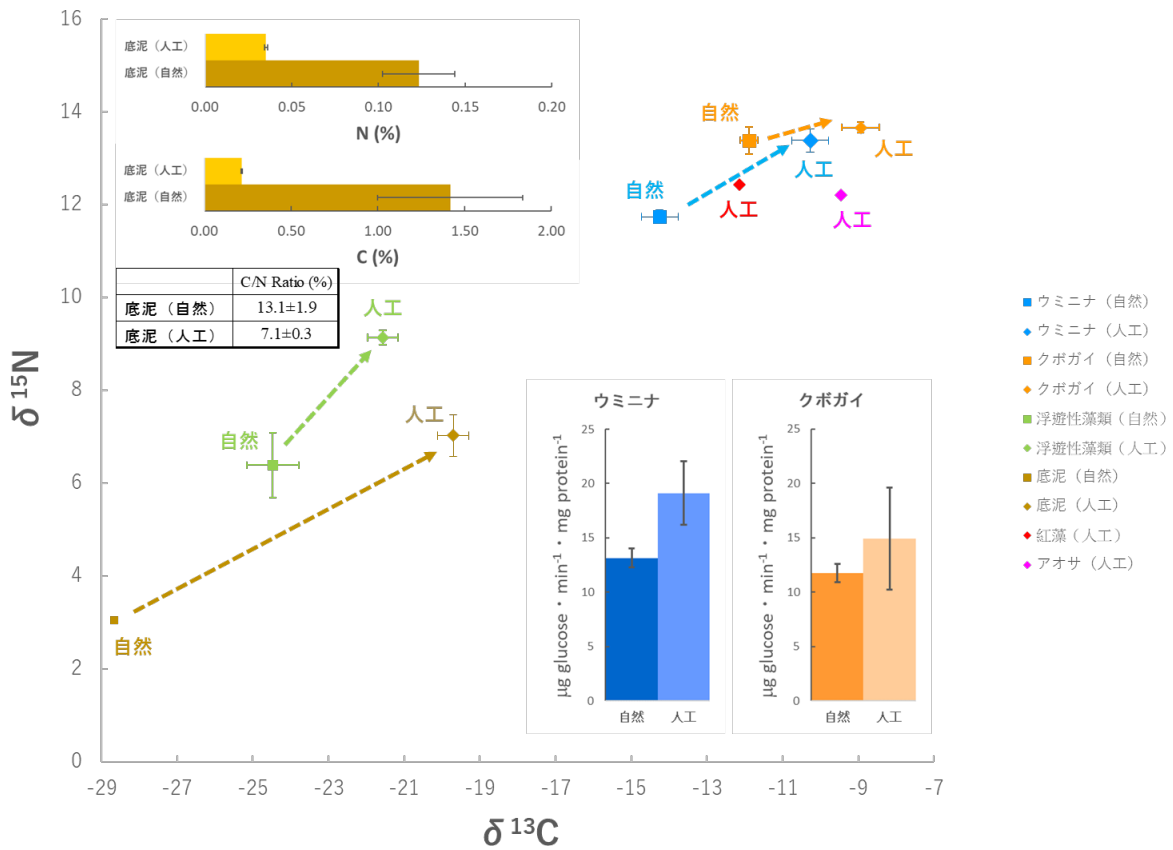


図 2：自然（男里川）干潟および人工（阪南 2 区埋め立て地区）干潟の比較（2020 年 10 月）。同系色は同種を示す。プロットの形は季節（◇=7 月、□=10 月、X=12 月）を示し、記号がない場合は該当季節に該当種のサンプルが採集できなかったことを意味する。矢印は同種（または同底泥・海水サンプル）を対象とした時の自然干潟と人工干潟での変化の方向を示している。左上に挿入した図は底泥有機物中の窒素および炭素含有量（%）とその比率（C/N Ratio）を、右下に挿入した図はセルラーゼ酵素活性を示している。単位は図 1 と同様である。