

放射相称であるウニ類の体に方向性があった

熊本県立清々高等学校 生物部 ウニ班 1年 満永東太・内田あま・谷田真希子・古賀郁海 2年 陣内眞牙・宮川周葉

[1]はじめに

生物の体制は左右対称が多いが、棘皮動物は放射相称である。肛門と口をつなぐ線を軸に放射状になっている。進行方向を決める前後の方向性はない。

ウニは棘皮動物である。五放射相称(図1)で、管足で移動する。生物室の水槽で動物の動きをタイムラプス撮影して観察する中で、移動するムラサキウニに前後の方向性があるように感じられた。

ウニ類は正形類と不正形類に大別でき、不正形類であるタコノマクラ目の体制は五放射相称を基盤とし、周口部と固肛部を結ぶ線に沿って、前後の方向性がある(幸塚,2007)。しかし、正形類であるムラサキウニなどには、前後などの体の方向性はないといわれている。私たちに、利き手、利き足があるようにウニ類にも「利き方向」があるのだろうか。五放射相称であるウニに興味を持ち、方向性があるかどうかを調べた。

[2]研究の目的(明らかにしたいこと)

五放射相称であるウニ類の体に方向性があるか?

[4]実験方法・結果

実験1「ムラサキウニの動き出し方向調べ」

実験方法 ①実験装置:バットを人工海水で満たした(水深3cm)。ウニの移動方向を目視で速やかに記録するため、バットに方向を示した観察シートを敷いた(図3a)。

②ウニの体に基準点を定めた:ウニの形態、殻の長さ・短径・棘の長さ(最長の棘とその反対側の棘の長さ)等を記録した。ムラサキウニは棘の長さに差があるので、最長の棘の付け根を「a」と記録した(図3b)。

③実験操作:ウニをシートの中心に静置した。物理的刺激や測定者の体温の影響を極力与えないように「お玉」ですくって移動させた(図4)。照度変化を避けるため測定者の影が実験装置にかからないようにした。

④記録:移動方向と、体の向きを記録した。静置したウニが移動前にその場で回転して向きを変えることがあるので、体の向きは、静置時と移動開始時の両方を記録した。解析には移動開始時の体の向きを使用した。移動方向の記録は、殻長の4分の1以上の距離を移動した時点で行った。ウニの移動方向やその時の回転角度は、360度を0.0~7.9の数字として記録した(図3a)。

⑤実験の1セット:③~④の操作を、ウニを置く向きを45度ずつ変化させながら16回繰り返し、1セットの実験とした(図5)。8つの向きを、2回ずつ実験したことになる。これにより、バットの中の微細な環境要素や、光の向きなどの影響を排除したデータを得ることができた。

結果 ムラサキウニで91セット、1456回の実験を行った。a~hの8方位ごとに進んだ回数をグラフ化して比較した。棘の短い方向に進むことが多かった(図6:1個体の例、図7:全個体のデータを重ねて表示、図8:全データを合計して表示)。

棘の短い3方向defをAブロック、棘の長い3方向habをBブロック、横方向のcgをCブロックとして、ブロックごとの移動数を比較した。棘が短いAブロックを前に進んだのが66%、反対のBブロックを前に進んだのが15%、横方向のCブロックに進んだのが18%だった(図9)。ブロックAとBでは移動数に有意な差があった。ムラサキウニは棘の短い方を前に進んで移動することが多いことが明らかになった。

実験2「照度による影響調べ」

実験1は照度500~600Luxの室内で行った。自然状態でも同じ結果になるかを検証するため、夜間の照度を再現した暗室(OLux:照度計の検出限界以下)と屋外(照度3000~12000Lux)で実験と同様の実験を行った。

実験方法 暗室に実験装置を設置し、実験1と同じ操作を行った。屋外に実験装置を設置し実験1と同じ操作を行った。温度の急激な変化を避けるため、直射日光を避け、日陰で実験を行った。

結果 暗室で17セット計272回の実験を行った(図10)。ブロックを前に進んだ割合が55%、Bブロックを前に進んだ割合が23%、Cブロックを前に進んだ割合が22%だった(図11)。A・Bブロック間で有意な差があった。暗室でも、棘が短い方を前に進んでいた。

屋外では10セット計160回の実験を行った(図12)。ブロックごとに比較すると、Aブロックを前に進んだ割合が8%、Bブロックを前に進んだ割合が11%、Cブロックを前に進んだ割合が21%だった(図13)。屋外でも実験1と同様に、棘が短い方に進むことが多かった。照度が異なっても、棘の短い方に進んだ。照度による差はなかった。

[5]考察・まとめ

棘の長さに差があり、外見に方向性のあるムラサキウニは、棘の短い方向に進んだ。棘の短い方向に進んだことから、棘がウニの移動の方向性を決めていたと思われたが、棘を切断しても移動の方向性は変わらなかった。棘は管足の運動を妨げず、移動方向に影響を及ぼさないようである。また、棘の長さに差がないサンショウウニやツマシロナガウニにおいても、移動に方向性があった。今回の研究で、五放射相称で方向性がないとされているウニ類に、方向性があることがわかった。

方向性を決める要因として、解剖して観察した内部構造に特徴は認められなかった。成体が放射相称であるウニは、ブルテウス幼生時は左右相称である。変態して成体になると、ブルテウス幼生の体の偏った位置にウニ原基ができて成体になる。このような過程で、何らかの方向性が生じているのかもしれない。

方向性が生じる要因について、今回明らかにすることはできなかった。また、ムラサキウニは棘の短い方に進むが、棘の長さが方向性を決めているのか、本来の方向性に従って棘の長さが決まっているのかもわからない。これらについては、今後、研究を続けて明らかにしたい。

[3]研究方法

(1)研究方法:ウニの体に方向性があるかを明らかにするために、ウニの移動に着目した。体のどの部分を前に移動しているかを調べ、特定の部位を前に移動させれば、方向性があることになる。

(2)研究期間:2020年6月~10月

(3)研究対象:正形類の3種を用いた(図2)。

ムラサキウニ(*Helicodiscus crassispina*)

殻は完全な円、棘に長短がある。(31個体)

サンショウウニ(*Tamnoporeus toreumaticus*)

殻は完全な円、棘の長さも同じ。(7個体)

ツマシロナガウニ(*Echinomitra tsumajiro*)

殻は楕円形で、棘の長さは同じ。(3個体)

天草漁業協同組合の許可を得て採集し、水槽で飼育した。餌は乾燥わかめを水で戻したもの、キャベツを与えた。飼育に用いた水槽は60cmサイズである。個体識別するために、一部の個体はメッシュ容器に入れて水槽に入れた。実験には、元気な個体を使った。



図2 ムラサキウニ サンショウウニ ツマシロナガウニ

実験3「連続移動時の体の向き調べ」

実験1では、動き出しの方向を調べたが、実験3では連続して移動するときの体の向きを調べた。

実験方法 ①大型バット(70×55×水深4cm)にムラサキウニを入れ、真上からビデオカメラでタイムラプス撮影を行った(図14)。

②タイムラプス映像から、ウニの位置、体の向き、時刻を記録した。他のウニと接触したり、壁に接触したりした場合のデータは採用しなかった。

結果 5回、計37分間の移動を記録し、解析した(図15)。37分間の体の向きを集計すると、短い棘の方向に進んだ時間が84%だった。連続して移動するとき、棘の短い方向に進んでいた。

実験4「棘の長さを均一にしたときの動き調べ」

ウニは管足で移動するが、棘が長いほうでは管足はよく見えない。もしかすると、棘が長いと管足の動きを妨害するので、棘の短いほうに移動するのかもしれないと考えた。そこで、棘の長さをそろえて、どの方向を前に移動するかを調べた。

実験方法 ①ムラサキウニの棘をニッパーで切断し、10mmにそろえた(図16)。ただし、方向の基準として最長の棘1本はそのまま残した。

②実験1と同様の操作を行った。

結果 3個体で実験した。切断直後と、1時間後にそれぞれ1セットの実験を行った(図17)。切断後の実験、5セット80回の中で、Aブロック、つまり元々棘の短かった方を前に進んだのが93%だった。ブロックAとBで有意な差があった(図18)。ウニは、棘を切断して棘の長さを同じにしても、もともと棘の短い方を前に進んだ。

実験5「ウニの内部構造の観察」

棘の長さを同じにしても、棘がもともと短い方に動いた。内部構造に偏りがあるのではないかと考えた。

実験方法 棘を切り落とし、殻をヤスリで切断して、内部を目視観察した(図19)。

結果 4個体を解剖したが、内部構造に方向性は認められなかった。

実験6「他のウニの動き出し調べ」

これまでの実験はムラサキウニで行った。他のウニはどうか、ツマシロナガウニ・サンショウウニで実験1と同様の実験を行った。

実験方法 ムラサキウニは、棘の長さに差があったので、それを元に体の向きを記録したが、これらのウニは棘の長さに違いはない。そこで、体の模様で向きを記録した。体の模様を基準としたので、複数の個体のデータを合わせた解析はできない。そこで、個体ごとに解析した。

結果 ナガウニは、12セット192回の実験を行った。もっとも多くの実験(6セット)を行った個体番号1を解析した。「個体番号1」のよく進んだ方向をブロックA、その逆方向をブロックBとして、進んだ回数に差があるかを検定したところ有意な差が認められた(図20)。

棘の長さに差がないナガウニも、特定の方向に進んでいることがわかった。

サンショウウニは11セット176回の実験を行った(図21)。個体番号6を解析した。棘の長さに差がなく、殻に方向性のないサンショウウニにも、決まった方向に進む方向性があった。

実験7「野外での観察」

上天草市磯島海岸で生息状況を観察した。干潮時、ムラサキウニは岩の下や隙間に潜んで、棘の長い方を表に向けていた。サンショウウニは岩の裏に多かった。



図7 野外での観察

[6]引用文献・参考文献

- 幸塚典典, 2007. 岩礁域における浅海無脊椎動物の生態
- 本川達夫, 2009. ウニ学
- 田中ら, 2019. ウニハンドブック
- 島原久美子, 1999. 波流によるキタムラサキウニの深遠移動に関する実験的研究
- 高谷泰幸, 2014. ウニ類の行動を観察するための新しい実験装置
- 山下俊彦ら, 2000. 人口海水によるキタムラサキウニの移動・摂食・排泄実験
- 伊藤敬典ら, 1995. ウニの付着基質の違いによる移動特性および永年・鉛直面に対する行動能力
- 置村俊哉ら, 2006. 利き手の発達臨床的意義について
- 大島泰雄ら, 1957. ムラサキウニとバフウウニの食性
- 吉澤行雄ら, 1996. 北海道釧路湾におけるキタムラサキウニの季節的移動
- 高橋一, 1997. ウニの棘の運動
- 川原ら, 2008. 見島島根岸に出現するウニ3種の水槽内での行動・移動速度の解析と日周性および移動の影響
- 中塚直子, 1996. 利き手に関する基礎的研究ー利き手と利き目の関連性ー
- 西平守幸ら, 1978. 沖縄島の乾潮間帯におけるムラサキウニマナコ群集の生態的観察