

ウニの移動方向を決める要因の優先順位

熊本県立済々高等専門学校 生物部 ウニ班 2年 清水真太・内田あま・谷田英希・古賀郁海 1年 田尻葉子

1)はじめに

昨年、私たちは、五放射相称で方向性がないとされていたウニの移動方向を調べ、ムラサキウニには棘の短い方向に進む方向性があることを報告した。パフウニとツマジロナガウニにも同様の方向性があることを報告した。

吉村らは、パフウニは管足が物に接触すると接触記憶が残り、管足が接触した方向に移動する。管足の接触記憶は、5分は維持されるが30分は維持されない。接触記憶がない状態ではランダムに動くことを報告している(Yoshimura,2018)。そこで私たちは、ウニの移動方向の解析には、記憶の要素も加味する必要があると考えた。

さらに、棘の長さや記憶以外に、方向性を決める要因があるのではないかと考えた。ウニには、海水を取り入れ体内の海水を循環させる水管系に接続している多孔板という器官がある。ウニは放射相称であるが、多孔板が1方向だけにあることから、不完全な放射相称とされている。この多孔板は生体では観察が困難であるが、確認方法を確立し、多孔板を基準に実験すれば、ウニの体制を基準に方向性を分析できると考え、今年の研究を開始した。記憶を消去することで、本来の移動の方向性を確認できるのではないかと考えた。これらを総合的に調べ、ウニの移動方向性を明らかにする要因を明らかにしたいと考えた。



2)研究の目的(明らかにしたいこと)

- (1) 管足への接触刺激の影響を確認する。
- (2) 多孔板を基準としてウニの移動方向を調べる。
- (3) 移動方向に影響を与える要因を明らかにする。

3)研究方法

- (1) 研究期間 2020年12月~2021年10月
- (2) 研究対象 ウニ類は上天草市組合島と天草市茂原海岸、天草漁業協同組合松島支所と牛深総合支所の許可を得て採集した。90cm水槽等で飼育し、餌は海藻等を与えた。実験には気無気無を使用し、使用したウニ類は正形類の5種(表1)である。

表1 実験に使用したウニ類とその特徴

種名	体長(mm)	体色	棘の長さ(mm)	管足の長さ(mm)	管足の太さ(mm)	管足の数	管足の形状	管足の着生位置	管足の着生方向	管足の着生角度	管足の着生間隔	管足の着生密度	管足の着生位置	管足の着生方向	管足の着生角度	管足の着生間隔	管足の着生密度
ムラサキウニ	100	黒	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
パフウニ	100	黒	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
ツマジロナガウニ	100	黒	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
タワシウニ	100	黒	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
タワシウニ(金網)	100	黒	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10

4)実験方法

- ① パフウニが沈む深さの人工海水を入れ、方向を示すシートを引いた(図2)。
- ② シート中心に割線で(図2)実験装置(図3)歩帯と間歩帯(図4)360度を8分割し、管足の接触を避けるため、管足の出し間歩帯をつんだ(図3)。
- ③ ウニが棘の直径の1/4 進んだ時点の移動方向を、360度を8分割した角度0.0~7.9の数値で記録した(図4)。

- ④ 暗室に実験装置を設置(光等の要素を排除するため)。
- ⑤ ウニを水槽からとりだし、ペトボトルキャップの上に置き、30分以上放置し、管足の接触記憶を消去した(図6)。
- ⑥ 管足に割り箸で触れて接触記憶を与え、触れた方向を記録した。

- ⑦ 光などの外部環境の影響を最小限にして移動方向を調べる手順
- ⑧ ムラサキウニ・クロウニ・タワシウニ・ツマジロナガウニは、棘が長く、管足に接触することなく実験できるので、ウニを向きを45度ずつ変化させ、微細な環境要素や光の影響を排除した状態で1セット16回の実験を行い、移動方向を調べた(図7)。

- ⑨ 「移動方向の解析手順」
- ⑩ 1. 多孔板基準(1)で解析: 測定角度0.0~7.9をA~Jの10方向に分けた。
- ⑪ 2. 最終基準(1)で解析: 測定角度0.0~7.9を1~Xの10方向に分けた。
- ⑫ 3. 管足への接触刺激前に進んだ方向基準(1)で解析: 管足を刺激する前に移動した方向を基準とし、1力所だけ刺激して記録し、刺激後に移動した方向0.0~7.9をY~Zの10方向に分けた。

- ⑬ 「移動方向の解析手順」
- ⑭ 1. 多孔板基準(1)で解析: 測定角度0.0~7.9をA~Jの10方向に分けた。
- ⑮ 2. 最終基準(1)で解析: 測定角度0.0~7.9を1~Xの10方向に分けた。
- ⑯ 3. 管足への接触刺激前に進んだ方向基準(1)で解析: 管足を刺激する前に移動した方向を基準とし、1力所だけ刺激して記録し、刺激後に移動した方向0.0~7.9をY~Zの10方向に分けた。

5)実験結果

実験1「パフウニの移動方向」

(a) 記憶を消去した状態で、パフウニの移動方向を調べた。管足接触前は45個体で79回の実験を行った。管足の接触記憶を消去した状態では、パフウニは多孔板の左36度方向のJ方向に進んだ(図8,9)。

(b) パフウニの多孔板の反対の位置にある管足に接触して移動方向を調べた。管足接触後46回の実験を実施した。管足の接触記憶をつけた状態では、管足が触れたF方向に多く進んだ(図8,10)。

(図8)接触前後の移動方向 (図9)接触後移動方向 (図10)接触前移動方向

実験2「ムラサキウニの移動方向」

ムラサキウニはペトボトルから落ちてしまうため、水槽内にクランプでつるし、記憶を消去した(図11)。

(a) 記憶を消去した状態での移動方向を調べるため12セット192回の実験を行ったところ、棘の短い方向に多く進んだ。多孔板の位置と移動方向は関係がなかった(図12)。

(b) 最長の棘の位置にある管足に接触して接触刺激を与え、20回の実験を行った。管足に接触しても、棘の短い方向に進んだ(図13)。

(図11)ウニを水槽内につるした (図12)記憶を消去したムラサキウニの移動方向 (図13)記憶をつけたムラサキウニの移動方向

実験3「クロウニの移動方向」

(a) 記憶を消去した状態で、15セット240回の実験を行った。記憶を消去したクロウニは棘の短い方向に多く進んだ。多孔板の位置と移動方向は関係がなかった(図14)。

(b) 最長の棘の位置にある管足に接触して接触刺激を与え、19回の実験を行った。管足に接触しても棘の短い方向に進んだ(図15)。

(図14)記憶を消去したクロウニの移動方向 (図15)記憶をつけたクロウニの移動方向

実験4「ツマジロナガウニの移動方向」

ツマジロナガウニは棘が細く、多孔板の位置も決まっている。棘の長さや多孔板の位置で移動方向が決まるのではないかと考えた。このウニはペトボトルキャップから落ちてしまうため海水無しのバットに30分放置し、記憶を消去した。

(a) 記憶を消去した状態で40セット640回の実験を行った。記憶を消去したツマジロナガウニは多孔板の(図17)記憶をつけたツマジロナガウニの移動方向であるAと、多孔板の反対方向であるG方向に多く移動した(図16)。

(b) ツマジロナガウニの管足に接触して、移動方向を調べた。管足への接触記憶は確認できなかった(図17)。

実験5「タワシウニの移動方向」

(a) 記憶を消去した状態で40セット640回の実験を行った。記憶を消去した状態ではすべての個体に共通している移動方向はなかった(図18)。

(b) タワシウニの管足に接触刺激を与え、移動方向を調べた。27回の実験を行ったが、管足への接触記憶は確認できなかった(図20)。

(図18)記憶を消去したタワシウニ(1個体)の移動方向 (図19)記憶をつけたタワシウニ(1個体)の移動方向 (図20)記憶をつけたタワシウニ(1個体)の移動方向

6)考察・まとめ

ムラサキウニとクロウニは、棘の短い方向に進んだ。管足への接触記憶、多孔板の位置と移動方向は無関係であった。この2種のウニは棘の長さが方向によって異なるという共通した特徴を持っているものの、分類的には近い種である。棘の長さがあるウニ類では、棘の長さが移動方向を決めているようだ。

パフウニには接触記憶があり、管足が接触した方向に進んだ。管足の接触記憶を消去すると、多孔板の左36度方向に移動した。接触記憶がない状態ではランダムに動く(Yoshimura,2018)と報告されているが、ランダムではなく多孔板基準で移動していた。ツマジロナガウニには接触記憶は確認できず、多孔板を基準に多孔板かその反対方向に進んだ。これら棘の長さに差がない種は、接触による記憶があるときは記憶に従い、記憶がないときは多孔板基準に移動するようだ。ウニのブルテス幼生は左右相称であり、移動方向は決まっている。多孔板は変態時に生じる移動方向に形成される。これらのウニが多孔板の方向に進んだのは、左右相称の移動方向が元になっている可能性がある。

タワシウニには接触記憶は確認できず、記憶を消しても全個体に共通する移動方向を確かめることはできなかった。しかし、個体ごとに移動しやすい方向があった。タワシウニは岩に居る穴の中におり、あまり移動しない。成長しながら穴を掘るため、最も穴掘りに適した形になっている。移動よりも穴掘りを優先した独特の形を持つ種であり、タワシウニの独特の形態が移動方向に影響しているかもしれない。

ウニの移動方向に影響を与える要因は、棘の長さ、接触記憶、多孔板の順に影響力が大きい(図21)。

タワシウニのように要因がはっきりしない種もある。移動量など生活スタイルを分析すると明らかにできるかもしれない。今後ウニの種類を増やし、今回明らかにした優先順位が確かなのも検証していきたい。

ウニの移動方向に影響を与える要因は、棘の長さ、接触記憶、多孔板の順に影響力が大きい(図21)。

タワシウニのように要因がはっきりしない種もある。移動量など生活スタイルを分析すると明らかにできるかもしれない。今後ウニの種類を増やし、今回明らかにした優先順位が確かなのも検証していきたい。

(図21)ウニの移動方向を決める要因

7)参考文献・参考文献

- Kazuya Yoshimura・Tomoki Iketani・Tatsuo Motokawa,2018.Memory of direction of locomotion in sea urchins:effects of nerves on direction and activity of tube feet
- Kazuya Yoshimura・Tomoki Iketani・Tatsuo Motokawa,2012.Do regular sea urchins show preference in which part of the body they orient forward in their walk
- Kazuya Yoshimura・Tatsuo Motokawa,2008.Bilateral symmetry and locomotion:do elliptical regular sea urchins proceed along their longer body axis?
- 1994.SYMMETRY,LOCOMOTION,AND THE EVOLUTION OF AN ANTERIOR END:A LESSON FROM SEA URCHINS
- 本川達雄,2009,ウニ学
- 田中 昌・大井 一・幸塚久典,2020,ウニハンドブック
- 山守 隆,2021,ウニと共生生物図鑑
- Naoki Irie,2020.Genomic insights of body plan transitions from bilateral to pentamerous symmetry in Echinoderms

8)謝辞

本研究はリ/ネス「マリンチャレンジプログラム」の支援を受けています。ウニの採集にあたり天草漁業協同組合松島支所と牛深支所に許可を頂きました。カネノリョウ海産株式会社にもウニの餌として海藻を提供していただきました。ありがとうございました。