

# ウニ類の移動方向を決める要因の優先順位

熊本県立済々賀高等学校 生物部 ウニ班 2年 清水貴太・内田あまん・谷田英希子・古賀郁海 1年 田尻茉優子

## [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類の移動方向を調べ、ムラサキウニには棘の短い方向を前に進む方向性があることを報告した。(パンツウニとシマジロナガウニにも何らかの方向性があることを報告した。)

吉村らは、パンツ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分は持続されるが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と報告している(Yoshimura,2018)。そこで私たちは、ウニ類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も考えた。ウニには、海水を取り入れ体内外の海水を循環させる水管系に接続して多孔板という器官がある。ウニ類は放射相称であるが、多孔板がある方向だけに進むことから、完全な放射相称と言わざるを得ない。この多孔板は生きて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をすれば、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も考えた。これらを総合的に調べ、ウニ類に方向性をもたらす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 ウニ類は上草津市植合島と天草市茂岸海岸で、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。実験には元気な個体を使用した。使用したウニ類は正形類の5種(表1)である。

## [4]実験方法

### 「移動方向を調べる方法」

- ①バットに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シート中心に刻み、ウニ(図3)実験装置(図4)歩帯と間歩帯(図4)360度を8分割した歩帯を置いた。管足との接触を避けるため、管足の出ない間歩帯をつまんだ(図3)。
- ③ウニが殻の裏面に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)。

### 「多孔板の位置を確認する方法」

多孔板はウニが死んで棘だけになると容易に確認できるが、生体での位置確認は困難である。今回、赤いライトで照らすことで生きているときも確認できるようになった(図5)。その後、訓練を重ねる中で、明るい部屋であればライト無しで確認できるようになり、実験が可能になった。(図5)多孔板をライトで確認

### 「管足への接触記憶を消すする方法と、記憶を与える方法」

- ①暗室に実験装置を設置(光等の要素を排除するため)。
- ②ウニを水槽からとりだし、ペッ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)。(図6)記憶消去方法
- ③管足に割り箸で触れて接触記憶を与える、触れた方向を記録した。

### 「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」

ムラサキウニ・クロウニ・タクシウニ・シマジロナガウニ・タクシウニは、棘が長く、管足に接觸することなく、棘だけでも方向性を示すことができるので、ウニを置く向きを45度ずつ変化(図7)向きを変え16回1セットの実験させ、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)。

### 「移動方向の解析手順」

- 1.多孔板基準(A)で解析:測定角度0.0～7.9をA～Jの10方向に分けた。
- 2.最長棘基準(B)で解析:測定角度0.0～7.9をI～Xの10方向に分けた。
- 3.管足への接触刺激前に進んだ方向基準(C)で解析:管足を刺激する前に移動した方向を基準とし、1カ所だけ刺激して記録し、刺激後に移動した方向0.0～7.9をイ～ヌの10方向に分けた。

## [5]実験結果

### 実験1「パンツウニの移動方向」

- (a)記憶を消去した状態で、パンツウニの移動方向を調べた。管足接觸前は45個体で79回の実験を行った。管足の接觸記憶を消した状態では、パンツウニは多孔板の左36度方向の方向に進んだ(図8)。

(図8)接觸前の移動方向

- (b)パンツウニの多孔板の反対の位置にある管足に触れて移動方向を調べた。管足接觸後46回の実験を実施した。管足の接觸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9)。

(図9)接觸後移動方向

- (c)記憶を消去した状態での移動方向を調べるために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。多孔板は棘の短い方向に多く進んだ(図10)。

(図10)接觸前移動方向

### 実験2「ムラサキウニの移動方向調べ」

ムラサキウニはペットボトルから落ちてしまうため、水槽内にクリップでつるし、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に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。多孔板は棘の短い方向に多く進んだ(図12)。

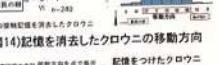
(図12)記憶を消去したムラサキウニの移動方向

- (b)長目の棘の位置にある管足に触れて接觸記憶を与え、20回の実験を行った。管足に触れて、棘の短い方向に進んだ(図13)。

(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調べ」

- (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なかった(図14)。

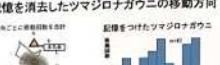
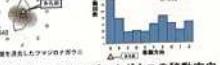


(図14)記憶を消去したクロウニの移動方向

### 実験4「殻が構円のナガウニの移動方向調べ」

ソマジロナガウニは殻が構円で、多孔板の位置も決まっている。殻の長短や多孔板の位置で移動方向が決まるのではないかと思いついて実験した。

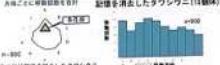
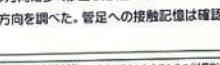
このウニはベットボトルキャップから(図15)記憶を消去したソマジロナガウニは多孔板の(図16)記憶を消去したソマジロナガウニの移動方向



(図15)記憶をつけたソマジロナガウニの移動方向

### 実験5「タクシウニの移動方向調べ」

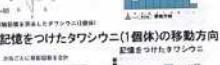
(a)記憶を消去した状態で40セット640回の実験を行った。記憶を消去した状態ではすべての個体と共に通じる移動方向はなかった(図18)。個体ごとにみるとそれ特定の方向に進んだ(図19)。



(図18)記憶を消去したタクシウニ(全個体)の移動方向

### 実験6「タクシウニの移動方向調べ」

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



(図20)記憶をつけたタクシウニ(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、棘の短い方に進んだ。管足への接觸記憶、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ふ共通した特徴を持っているものの、分類的には違い種である。棘の長短があるウニ類では、棘の長短が移動方向決めていたようだ。

パンツウニには接觸記憶があり、管足が接觸した方向に進んだ。管足の接觸記憶を消去すると、多孔板の左36度方向に移動した。接觸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。ソマジロナガウニには接觸記憶は確認できず、多孔板を基準に多孔板をその反対方向に進んだ。これら棘の長さに差がない種は、接觸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で移動するようだ。ウニのブルテウス幼生は左右相称であり、移動方向は決まっている。多孔板は変態時に幼生の移動方向に形成される。これら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。

タクシウニには接觸記憶は確認できず、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。タクシウニは岩に掘った巣穴の中に入り、あまり移動しない。成長しながら巣穴を掘るために、殻も空屈曲に適した形になっていた。移動よりも穴掘りを優先した特徴的の殻の形を持つ種であり、タクシウニの特徴的の形が移動方向に影響しているかもしれない。

二つの移動方向に影響を与える要因は、棘の長短、接觸記憶、多孔板の順に影響力

優先が大きいようだ(図21)。

タクシウニのように要因がはっきりしない場合

である。移動量など生活スタイルを分析する

と明確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定するのか検証してみたい。

### (表2)ウニ類の移動方向を決める要因一覧

要因	ウニ類	特徴
棘の長短	正円	棘なし
棘の長短	正円	棘なし
接觸記憶	正円	棘あり
接觸記憶	正円	棘あり
多孔板がある	正円	棘あり

棘の長短があるウニ類では、棘の長短が移動方向決めていたようだ。

パンツウニには接觸記憶があり、管足が接觸した方向に進んだ。管足の接觸記憶を消去すると、多孔板の左36度方向に移動した。接觸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。ソマジロナガウニには接觸記憶は確認できず、多孔板を基準に多孔板をその反対方向に進んだ。これら棘の長さに差がない種は、接觸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で移動するようだ。ウニのブルテウス幼生は左右相称であり、移動方向は決まっている。多孔板は変態時に幼生の移動方向に形成される。これら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。

タクシウニには接觸記憶は確認できず、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。タクシウニは岩に掘った巣穴の中に入り、あまり移動しない。成長しながら巣穴を掘るために、殻も空屈曲に適した形になっていた。移動よりも穴掘りを優先した特徴的の殻の形を持つ種であり、タクシウニの特徴的の形が移動方向に影響しているかもしれない。

二つの移動方向に影響を与える要因は、

棘の長短、接觸記憶、多孔板の順に影響力

優先が大きいようだ(図21)。

タクシウニのように要因がはっきりしない場合

である。移動量など生活スタイルを分析する

と明確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定するのか検証してみたい。

### (図21)ウニの移動方向を決める要因

#### 17)引用文献・参考文献

●Kazuya Yoshimura-Tomoaki Iketani-Tatsuo Motokawa,2018,Memory of direction of locomotion in sea urchins:effects of nerves on direction and activity of tube feet

●Kazuya Yoshimura-Tomoaki Iketani-Tatsuo Motokawa,2012,Do regular sea urchins show preference in which part of the body they orient forward in their wall?

●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 雄・大作晃一・幸塚久典,2020,ウニハンドブック

●山守彌奈,2021,ウニと共生生物図鑑

●Naoki Irie,2020Genomic insights of body plan transitions from bilateral to pentamerous symmetry in Echinoderms

#### 18)謝辞

本研究はリバネス「マリンチャレンジプログラム」の支援を受けています。ウニの採集にあたって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。カネヨウ海産株式会社にウニの貝殻を海面で提供していただきました。

ありがとうございました。