

# ハマダンゴムシの夜行性の乱れの発見

塚迫 樹(広島国泰寺高等学校1年), 梶 雄貴(広島なぎさ高等学校1年)  
杉野寛武(広島市立中野中学校3年), 清水 健(広島なぎさ中学校2年)

## I はじめに

研究の出発は、2011年の春、教室にハマダンゴムシ *Tylos granulatus* が持ち込まれた時にさかのぼる。どの図鑑にも夜行性であると書いてあり、確かに昼間は砂の中に潜っている。しかし、よく観察していると、昼間にも巣穴からはい出して出歩いている個体を何度も見たことから疑問に思い、本当に夜行性なのかどうかを確かめることにした。

水槽にデジタルカメラをセットして一定時間置きに撮影してその画像を分析し、あるいは野外での調査も進めた。その結果、ハマダンゴムシは基本的には夜行性であるけれども、個体の大きさによってその度合いが少し異なることがわかった(池久保光平・白田瑠菜、2011。「ハマダンゴムシは本当に夜行性か?」)。この研究はその年の秋にまとめ、ジュニアマリン賞で全国表彰を受けた。

その後私たちはさらにデータを集め続けた。その結果、夜行性だったハマダンゴムシが秋になると昼間も出歩くようになり、冬にも室内飼育していたものは(室内が暖かかったためか)秋と同じように、基本的には夜行性を維持しながらも昼間も出歩くものがいた。

野外調査もたくさん行い、その結果、自然環境の良いところでない見つからないことや、冬には石の下などの、満潮でも波の影響を受けない安定したところで冬眠することなどがわかった。

今回まとめるこのレポートでは、一昨年わかったことも含めるが、その後わかったことを中心に述べたい。野外調査の結果もたくさんあるが、別の機会に発表したいと思う。

## II 研究の方法

インターバル撮影のできるコンパクトデジタルカメラによって、数日間飼育水槽を真上から撮影し、その画像を1枚1枚パソコンで拡大して見つけ、砂の上に出ている活動個体数を1個体ずつ数えて記録した。

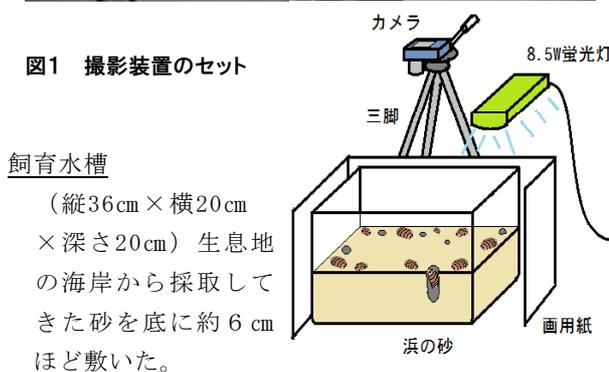
### A カメラのセッティング

水槽に、生息地の浜で取ってきた砂を敷きつめ、そこにハマダンゴムシを放した。一定時間(10分間)ごとにシャッターを切るようにセットしたデジタルカメラで数日間にわたって撮影し、地表面に出ているもの

を活動中の個体とみなし、その数を撮影されたコマごとにすべて数えた。実験室で飼育していたので、夜は9時頃まで明かりが灯っていたが、その後は消灯した。しかし真っ暗になるとなぜかストロボが発光しすぎて露出オーバーになり使える写真が撮れないことが予備実験でわかったので、7月10、11日は小型水槽用の蛍光灯(18W)を少し離して横に置き(図1の右のイラスト)、それ以後は、できるだけ光の影響を少なくしようと考え、より小型の蛍光灯(8.5W)に紙でおおいを付けた状態で撮影した。



図1 撮影装置のセット



### ☆撮影用機材

カメラ Ricoh Caplio G3 model 5, 三脚, 蛍光灯。

### ☆撮影期間 (予備実験期間も含める)

2011年6月中旬から2012年4月上旬まで。

## B 照明の切り替え

### ☆通常撮影

通常記録では上の方法によった。

### ☆全暗撮影 (2012年2月7日から2月11日まで)

24時間夜間のように真っ暗(以後、この状態を「全暗」と呼ぶ。)にした状況を作った。

方法は、水槽とカメラを一緒にして強い遮光性のある暗幕でおおい、ストロボは露出オーバーを防ぐためにトレーシングペーパーでおおって光の量を抑えた。したがって全暗といっても10分間に1回はストロボの弱い光が一瞬当たることになる。

☆全明撮影 (2012年3月26日から3月30日まで)

24時間昼間のように明るくして (以後、この状態を「全明」と呼ぶ。) 記録した際には、それまでの蛍光灯は使用せず、60W蛍光灯のアームライトを水槽の真上 (砂の表面から35cmの距離) から点灯し続け、ストロボは発光させずに撮影した。

C 飼育の方法

ハマダンゴムシは乾燥に弱いので、毎日砂の表面に薄めの人工海水または水道水で霧を吹いて湿らせた。エサは熱帯魚のエサや煮干し、乾燥ワカメを水で戻したものなどを与えた。実験に用いたハマダンゴムシは、広島市の元宇品海岸の砂浜から採集してきたものである。ハマダンゴムシに負担をかけないように、1~4日間の一定期間の撮影が終わったら浜に戻し、別の個体を採集して実験に使い、これを繰り返した。水槽は明るい窓際に置いた。

D カウントの方法

図2は水槽の全面を写したものであり、黄色い丸で囲んだところにハマダンゴムシが出ている。図3は水



図2. 撮影した写真の例



図3 水槽の一部の拡大写真

槽の1/6程度をアップで撮ったもので、7匹が砂の表面に出ているのが見える。このようにパソコンの画面いっぱい写真に映し出し、その一部をさらにズームアップし、その画面をゆっくり上下左右に移動させるとカウントできるようになる。砂の模様とハマダンゴムシの模様がよく似ているので、熟練が必要である。できるだけ砂粒とハマダンゴムシを見誤らないように二人で画面を見つめ、マウスのポインターで1個体ずつ押さえて確認しながら数を数えた。

撮影したすべての期間のすべての写真について1コマずつ砂の表面に出ている個体を数え、表1のようなカウント表を作ってこれに記入していった。

表1 カウント表への記入例

記録者( ) 氏名		2月 6日のデー		1. カウント数(種別) 久保			
時	分	小	中	大	計	種別	備考
0	0	0	0	0	0		
0	10	0	0	0	0		
0	20	0	0	0	0		
0	30	0	0	0	0		
0	40	0	0	0	0		
0	50	0	0	0	0		
1	0	0	0	0	0		
1	10	0	0	0	0		
1	20	0	0	0	0		
1	30	0	0	0	0		
1	40	0	0	0	0		
1	50	0	0	0	0		
2	0	0	0	0	0		
2	10	0	0	0	0		
2	20	0	0	0	0		
2	30	0	0	0	0		
2	40	0	0	0	0		
2	50	0	0	0	0		
3	0	0	0	0	0		
3	10	0	0	0	0		
3	20	0	0	0	0		
3	30	0	0	0	0		
3	40	0	0	0	0		
3	50	0	0	0	0		
4	0	0	0	0	0		
4	10	0	0	0	0		
4	20	0	0	0	0		
4	30	0	0	0	0		
4	40	0	0	0	0		
4	50	0	0	0	0		
5	0	0	0	0	0		
5	10	0	0	0	0		
5	20	0	0	0	0		
5	30	0	0	0	0		
5	40	0	0	0	0		
5	50	0	0	0	0		
6	0	0	0	0	0		
6	10	0	0	0	0		
6	20	0	0	0	0		
6	30	0	0	0	0		
6	40	0	0	0	0		
6	50	0	0	0	0		
7	0	0	0	0	0		
7	10	0	0	0	0		
7	20	0	0	0	0		
7	30	0	0	0	0		
7	40	0	0	0	0		
7	50	0	0	0	0		
8	0	0	0	0	0		
8	10	0	0	0	0		
8	20	0	0	0	0		
8	30	0	0	0	0		
8	40	0	0	0	0		
8	50	0	0	0	0		
9	0	0	0	0	0		
9	10	0	0	0	0		
9	20	0	0	0	0		
9	30	0	0	0	0		
9	40	0	0	0	0		
9	50	0	0	0	0		
10	0	0	0	0	0		
10	10	0	0	0	0		
10	20	0	0	0	0		
10	30	0	0	0	0		
10	40	0	0	0	0		
10	50	0	0	0	0		
11	0	0	0	0	0		
11	10	0	0	0	0		
11	20	0	0	0	0		
11	30	0	0	0	0		
11	40	0	0	0	0		
11	50	0	0	0	0		
12	0	0	0	0	0		
12	10	0	0	0	0		
12	20	0	0	0	0		
12	30	0	0	0	0		
12	40	0	0	0	0		
12	50	0	0	0	0		
13	0	0	0	0	0		
13	10	0	0	0	0		
13	20	0	0	0	0		
13	30	0	0	0	0		
13	40	0	0	0	0		
13	50	0	0	0	0		
14	0	0	0	0	0		
14	10	0	0	0	0		
14	20	0	0	0	0		
14	30	0	0	0	0		
14	40	0	0	0	0		
14	50	0	0	0	0		
15	0	0	0	0	0		
15	10	0	0	0	0		
15	20	0	0	0	0		
15	30	0	0	0	0		
15	40	0	0	0	0		
15	50	0	0	0	0		
16	0	0	0	0	0		
16	10	0	0	0	0		
16	20	0	0	0	0		
16	30	0	0	0	0		
16	40	0	0	0	0		
16	50	0	0	0	0		
17	0	0	0	0	0		
17	10	0	0	0	0		
17	20	0	0	0	0		
17	30	0	0	0	0		
17	40	0	0	0	0		
17	50	0	0	0	0		
18	0	0	0	0	0		
18	10	0	0	0	0		
18	20	0	0	0	0		
18	30	0	0	0	0		
18	40	0	0	0	0		
18	50	0	0	0	0		
19	0	0	0	0	0		
19	10	0	0	0	0		
19	20	0	0	0	0		
19	30	0	0	0	0		
19	40	0	0	0	0		
19	50	0	0	0	0		
20	0	0	0	0	0		
20	10	0	0	0	0		
20	20	0	0	0	0		
20	30	0	0	0	0		
20	40	0	0	0	0		
20	50	0	0	0	0		
21	0	0	0	0	0		
21	10	0	0	0	0		
21	20	0	0	0	0		
21	30	0	0	0	0		
21	40	0	0	0	0		
21	50	0	0	0	0		
22	0	0	0	0	0		
22	10	0	0	0	0		
22	20	0	0	0	0		
22	30	0	0	0	0		
22	40	0	0	0	0		
22	50	0	0	0	0		
23	0	0	0	0	0		
23	10	0	0	0	0		
23	20	0	0	0	0		
23	30	0	0	0	0		
23	40	0	0	0	0		
23	50	0	0	0	0		
24	0	0	0	0	0		

III 実験の結果

インターバル撮影した写真から得られた活動個体数のデータをExcelに打ち込み、折れ線グラフを作成した。図4から図36のグラフは、すべて横軸は時刻で、その日のほぼ0時から翌日のほぼ0時までの24時間となっている。縦軸は地表面に出ている活動個体の個体数

である。巣穴から出そうな個体や尾部だけ見せているものも活動中として数えた。

2011年の7月10日、11日のグラフ(図4, 5)では、まだ慣れなかったためハマダンゴムシの大きさを無視して、個体数だけをカウントしていた。しかし、水槽を観察しているうちに、明るい時に出てきた1個体が小さい個体だけだったことから、大きさに関係があるかも知れないと考え、7月20日以降では、1cm以下を小(s)、1cmから2cmを中(m)、2cm以上を大(1)として分けてカウントしている。どの大きさかを二人では判断できにくい時には三人で協議して決めた。

グラフの線が繋がっていないところは、露出やピントが不適切だったためカウントができなかった時刻である。

なお、図4から図11のピンクの曲線は、潮位の変化を表している。結果は、夏、秋、冬、全暗、全明として整理した。

## A 夏の結果

図4～図11のグラフから、ハマダンゴムシは、20時から22時の間に次々と砂の表面に出てくることがわかる。しかし、日によってその時刻は少しずつ違っていた。そして深夜にかけて活発にたくさんの個体が砂の上に出て活動しているのだが、明け方にかけて一度か二度、いくらかの個体が砂に潜る時間がある。つまり活動のピークが二度(0時前と2時から3時前後)あることが読み取れる。

そして、午前6時前後にはほとんどの個体がいっせいに砂に潜ってしまった。それ以降の明るい時間帯には、まったくといっていいほど砂の上には出てこないことがわかった。

ハマダンゴムシの体の大きさを大・中・小の3種類に分けて調べてみると、大きいものほど活動開始の時刻が遅く、また活動を停止する時刻は早いという結果が出た。

## B 秋の結果

秋になると、夏に比べて大きな違いが現れた。

一つ目は、昼間に行動している個体がいることで、グラフでよく目立つ。これは小型、中型の個体が主である。しかし、よく見るとこれはほとんど1個体とか2個体であるから、単に例外的な個体がいただけなのかも知れない。

二つ目は、夏では朝の6時前後にほとんどの個体が砂に潜ってしまったが、秋では7時から8時、時には10時過ぎまで活動していることである。(夜更かしではなく「朝更かし」と呼ぶことにした。)

三つ目は、夜の活動を始める時刻も、夏に比べて早くなっていることである。(「早起き」と呼ぶことにした。)

四つ目は、活動のピークのこと、夏には活動のピ

ークが二度(0時前と2時から3時前後)あったが、秋には0時にはあまり活動が活発でなく、真夜中を過ぎた1時から2時の頃に一度だけあった。

## C 冬の結果

冬になると、夏や秋に比べてさらに大きな違いが現れた。

一つ目は、昼間に行動している個体が秋に1、2個体出たが、冬にはもっと多くの個体が出た。あいにく、12月の観察(図20～23)では小型個体が水槽内にいなかったため比較することができないが、中型個体が1～4個体昼間に出ていた。1月になると昼間に出てくる中型個体はもっと増え、1月16日(図26)では、正午頃に真夜中と同じくらいの活動のピークがあった。1月16日(図26)、17日(図27)では、大型個体も1～3個体ではあるが、昼間に活動しているのがわかる。

二つ目は、秋に見られた「朝更かし」がさらにひどくなったことである。朝に活動を停止した時刻を何時何分と決めることができないほどだらだらと起きており、正午までこれが続く。日によっては活動個体がほとんどゼロにならずにそのまま夜の活動に結びついている。先ほど述べたように、1月16日(図26)では、正午に活動のピークを迎えるなど、夏とはまったく異なる様子になっていた。

三つ目は、夜の活動の開始時刻のことだが、これは夏ではひじょうにはっきりしていて、秋にそれが早くなっていた。冬になると、昼間や夕方にも活動している個体があり、何時何分に活動を開始したかを定めることができないほどであった。(徹夜ではなく、「徹昼」と呼ぶことにした。)

四つ目は、活動のピークのことだが、一つは明け方にあり、これは夏や秋と同じである。もう一つは昼間にあるように見えるが、ない日もあった。3回ピークがあるように見える日もあったが、個体数が少ないのでよくわからない。

## D 全暗の結果

水槽を完全に遮光して記録した場合、図28から図32のようなグラフが得られた。

初日の2月7日に記録を開始した21時40分直後に活動が始まり、やがて0時前にピークを迎えた。8日の明け方まで何度かピークがあり、午前8時前後にいったん活動はほぼ停止し、ふたたび活動を始めるのはかなり早い時間の18時から19時頃だった。

2月10日(図31)だけは明け方のピークがはっきりしないが、2月9日、11日はほぼ同じ状況であった。

## E 全明の結果

水槽の真上に60W蛍光灯を点灯して記録した場合、図33から図37のようなグラフが得られた。

3月25日に冬眠中の88個体のハマダンゴムシが野外で得られたため、それをすべて水槽に入れた。したが

って、すべての個体が活動するとなると、最高で88匹となるはずである。ところが、その日の夜から明け方にかけては、10匹前後が朝の9時半前後まで活動したに過ぎず、3月27日はわずか2匹、3月28日は明け方から夜までこの90匹近くのダンゴムシたちはほとんど地表に現れなかった。

ところが、3月28日の真夜中に出現のピーク（大、中で20匹弱）が一つ現れ、翌日の朝の4時前にいっせいに中型個体が60匹弱現れ、大型個体は少し遅れてピークを迎えた。その後両方とも次第に活動個体数は減り、正午前にゼロとなった。翌日も同じようなパターンになったが、活動が収まるのは大型で正午頃、中型では夕方の18時頃までずれ込んだ。

## IV 考察

### A 夏の結果から

① ハマダンゴムシは、日によって若干の違いはあるものの、20時から22時の間に次々と砂の表面に出てくることがわかった（図4～図11）。そして深夜から明け方にかけてたくさんの個体が砂の上に出て活動しており、その活動のピークは二度あった。また、午前6時前後にはほとんどの個体がいっせいに砂に潜ってしまった。それ以降の明るい時間帯には、まったくといっていいほど砂の上には出てこないことがわかった。

このことから、ハマダンゴムシは、個体の大きさに関係なく夏の間は完全な夜行性であると考えられる。

② ハマダンゴムシの体の大きさを大・中・小の3種類に分けて調べてみると、大きいものほど活動開始の時刻が遅く、また活動を停止する時刻は早いという結果が出た。

このことから、ハマダンゴムシは、大型個体に比べて小型個体が活動性が高いと考えられる。この原因はいくつか考えられる。

たとえば、小型個体はエネルギーを蓄える能力が低く、早くエサにありつこうとしたり、遅くまでエサを食べる傾向があるとか、小型個体に対して大型個体は外敵に見つかりやすいので、行動が慎重であるとか、小型個体の方が潜っている穴が浅いため、明かり、温度、湿度など環境の変化を素早くキャッチでき、夜になったのが早くわかるので行動開始が早く、穴を掘るのも簡単だから遅くまで活動しているとか。しかしどれが正しいかは私たちの調査結果からは判断できない。

③ 行動終了の時間が日に日に遅くなっていったことがあった。7月10日（図4）、11日（図5）のグラフを見ると、10日は6時過ぎにはほとんどの個体が砂に潜ってしまうが、翌日の11日には、6時過ぎはまだ活動のピークであり、9時前まで活動が見られた。また、7月20日（図6）、22日（図7）でも、7月28日（図

10）、29日（図11）でもずれが見られる。

この原因として、潮汐の変化の記憶がハマダンゴムシの行動に影響を与えているのではないかと仮説を立てた。波打ち際に生息しているので、当然毎日潮汐の影響は受けているはずである。また、潮汐は毎日ほぼ40分ずつ遅れてずれるため、活動のずれと重なるのではないかと考えた。

これを調べるために、図4から図11のすべてのグラフに潮位の変化のグラフを重ねてみた。ピンクの曲線がそれである。

その結果、図4から図9までを通して見ると、潮位の変動と活動の様子は一致しておらず、潮汐のリズムを覚えていてそれが行動を開始したり止めたりする要因となることはないと考えられる。ただし、ハマダンゴムシは満潮では波をかぶるような場所で生活しているので、実際の潮汐のリズムはハマダンゴムシの生活に影響を与えていると考えられる。

### B 秋・冬の結果から

① 秋に数個体が昼間に行動しており、冬にはそれが増えた。特に年を越したら昼行性ではないかと思えるくらい大きく乱れた。

このことから、これまでハマダンゴムシは夜行性であるといわれていたことが夏に限ったことであるということになる。秋から冬にかけて夜行性が乱れることを私たちは発見したことになる。

しかし、自然状態では1月にはすでに冬眠しており、実際に昼間に浜をハマダンゴムシがたくさん歩くということはないと思われる。

② 秋のデータからも、冬のデータからも、朝になってもなかなか砂に潜らず、夕方暗くなる前にすでに現れる個体がたくさん見られた。私たちはこれを「朝更かし早起き」個体と呼んだ。特に冬は、昼間に活動個体がほとんどゼロにならずにそのまま夜の活動につながっていく個体がいったり（「徹昼」組と呼んだ。）、正午に活動のピークを迎える日もあった。

この理由は、秋から冬にかけて日射しがやわらぎ、日中の砂浜でも干からびるおそれがなくなったからだと考えた。ハマダンゴムシはエラ呼吸しており、エラが湿っていないと呼吸ができない。したがって、夏の昼間の浜辺では呼吸ができないため活動することはできず、秋から冬にかけて昼間でも体内に湿った空気を保つことができるようになり、活動ができるようになったと考えられる。また、日が短くなったことを視覚で感じて行動パターンが変わったのではないかと考えてみたが、ハマダンゴムシの行動の極端な変化ほどは日の長さは変わらないので、やはり昼間の気候が行動可能時間の範囲を広げたと考えられるべきだと思われる。

③ 活動のピークについては、夏には活動のピークが

二度（0時前と2時から3時前後）あったが、秋には0時にはあまり活動が活発でなく、真夜中を過ぎた1時から2時の頃に一度だけあった。冬には、一つは明け方にあり、これは夏や秋と同じだが、もう一つは昼間にあるように見えるが、ない日もあった。3回ピークがあるように見える日もあった。

この変化の理由については、よくわからない。

### C 全暗・全明実験の結果から

① 完全遮光（といっても10分に一度光を弱めたストロボが一瞬光る）の状態の数日記録した結果は、予想を大きくはずれてしまった。光が当たらないのだから昼か夜かがわからず、活動のパターンは大きく狂うであろうと予想した。しかし実際には、ちゃんと活動リズムが現れた。冬ではあったが、暖房が入っていたためか、むしろ秋と同じような結果になった。

このことから、ハマダンゴムシは目からの情報で昼夜を区別するのではなく、暗くても朝になったことがわかるのは、体内時計を持っているからではないかと考えられる。

② 連続光照射の状態の数日間記録した結果を見る前に、すでに完全遮光の実験結果が出ていたので、光照射で昼か夜かがわかりにくくなっていても、体内時計の働きで活動リズムが現れるであろうと予想した。しかし、また予想がはずれた。

3月26日（図33）は、採集した翌日だったことと小さな水槽に90個体近くを一度に入れたため巣穴が掘れない個体も出たと思われ、本来のパターンが反映されていないと思われる。そこで、それ以後のグラフを見ると、27日とその翌日（図34、図35）ではほとんど活動が見られなかった。ようやく実験開始4日目、5日目（図36、図37）に本来のパターンが現れた。

このことから、ハマダンゴムシは、たとえ体内時計によって活動時間が来たことがわかっても、強い光が当たっている場合は活動をしないことがわかった。ただ、活動を停止中はエサを食べることができないので、数日経つと明るくてもやむを得ずエサや水を求めて巣穴から出るのだと思われる。その際も、適当な時間に出るのではなく、やはり夜間の本来の活動時間になって出ることがわかった。

3月29日（図36）では午前中に活動が止まるが、翌日は大型個体は正午頃まで、中型個体では夕方18時頃まで活動している。その理由はよくわからない。与えたエサを食べ尽くしてしまったため、エサを求めてずっと動いていたのかも知れない。

### D 参考文献との比較

恩藤（1954）の論文では、4月下旬から5月にかけてだけ実験が行われており、そのまま比較することはできないが、サイズによって行動パターンが少し異な

るという同様な結果が得られた。この参考文献によると、「発育の初期から最も激しい活動が前半夜にみかけられ、次の段階では全夜間を通じて活動し、最後の段階にある個体では内発的傾向の強い独自の行動週期を示す事実は、特定の行動週期が発現されるためには必ず一定の体内生理条件が必要であり、体内生理週期が発育につれて次第に確立され、完全に確立されたあとで吾々がみるような行動週期としてあらわれる事実を示すものとする。」と述べられており、これは私たちの研究でもあてはまるのではないと思われる。ただ、この文献には夏、秋、冬のデータはなく、この点でいえば、夏と違って秋から冬にかけて夜行性が乱れることは私たちの発見といってもいいと思われる。

## V 参考文献

- 1) 恩藤芳典. 1954. ハマダンゴムシ *Tylos granulatus* MIERS の日週期活動 III. 発育にともなう週期活動の変化. 日本生態学会誌. 4巻1号: 1-3.
- 2) 池久保光平・白田瑠菜. 2011. ハマダンゴムシは本当に夜行性か?. ジュニアマリン賞応募作品

## VI お礼

ていねいに指導していただいた、ラボ・オルカの久家光雄先生にお礼申し上げます。また、車を出したり、行き詰まった時に励ましてくれたそれぞれの家族にも心から感謝します。

## VII 感想

パソコンの画面を見てハマダンゴムシの数を数えることは、実に大変だった。一日分の144コマの写真を数えるのにひどい時は1時間以上かかる。途中で目が乾いてきて休み休みやった。また、何日もかけてせっかく連続撮影しても、すべての写真のピン트가ずれていたり、フラッシュが強すぎて画面が真っ白だったりしたこともあった。ピンぼけの写真を無理して数えようとすると、普段の倍以上の時間がかかった。

まとめは他の作業よりももっと大変で、何度も文章を書き直した。おかげでだんだんと文章がわかりやすいものになり、またパソコンが得意になってきた。

この研究を通して、ハマダンゴムシにいつそう愛着がわいてきた。こんな小さな体で、夜中じゅう一生懸命歩き回っている姿に感動した。

先生に聞くと、全国でハマダンゴムシは生息地が減っているという。夜も明るい浜や、人や車が踏みつける浜ではまったく生息していないとのことである。せめてこの元宇品の砂浜をいつまでも生息できるような環境として、守らないといけなと思う。

# A 夏の結果

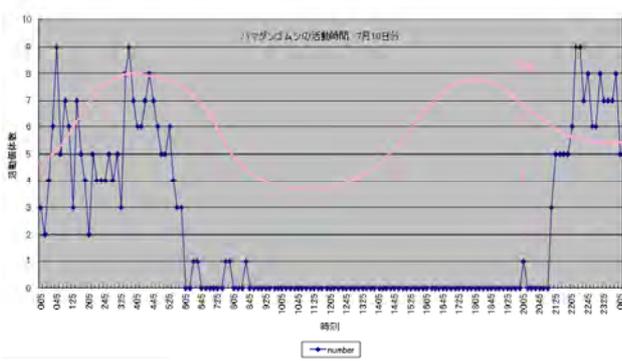


図4 7月10日の結果

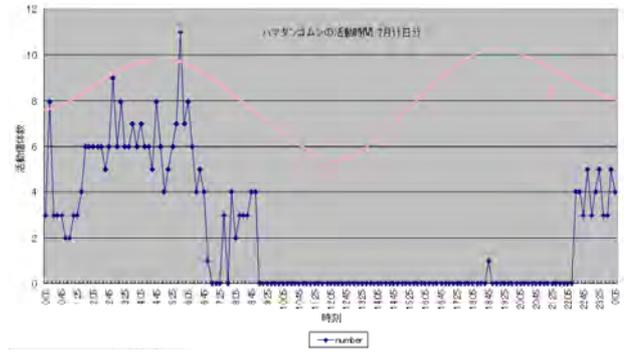


図5 7月11日の結果

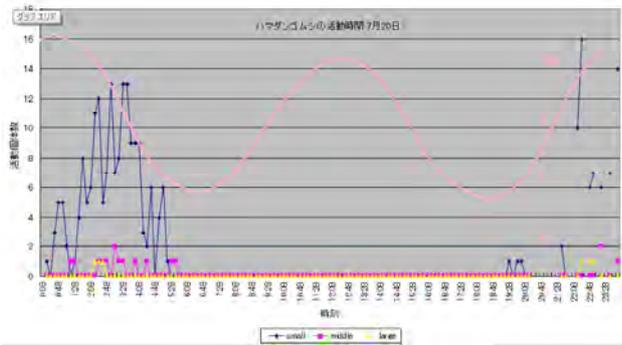


図6 7月20日の結果

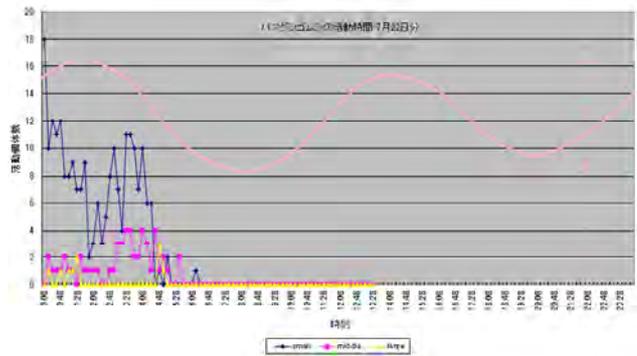


図7 7月22日の結果

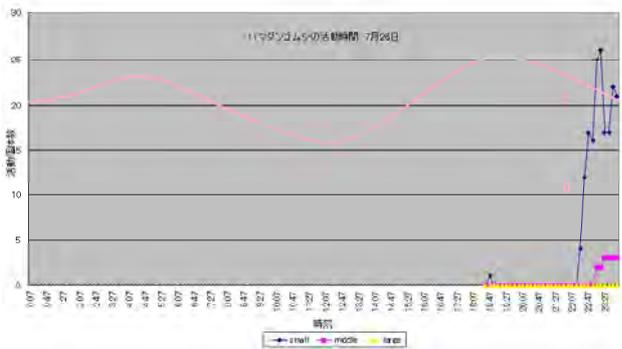


図8 7月26日の結果

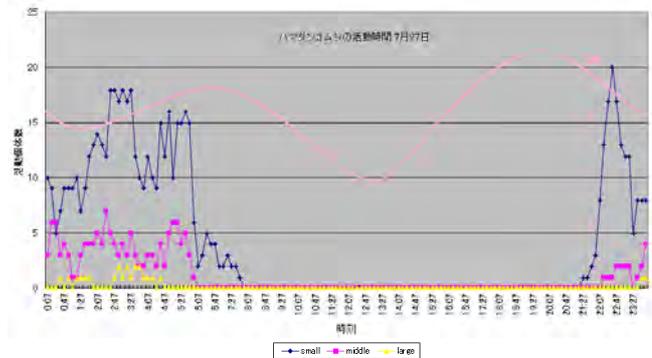


図9 7月27日の結果

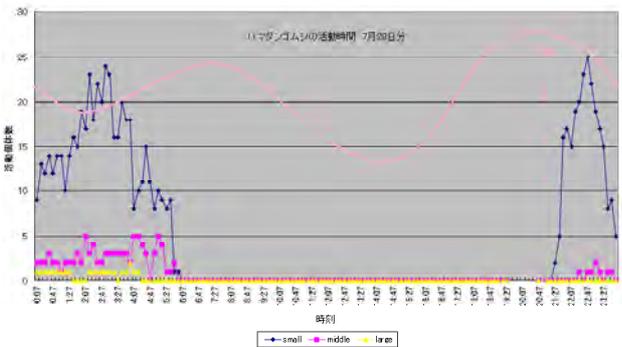


図10 7月28日の結果

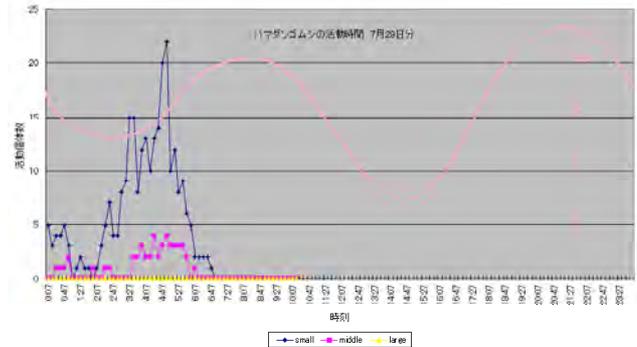


図11 7月29日の結果

## B 秋の結果

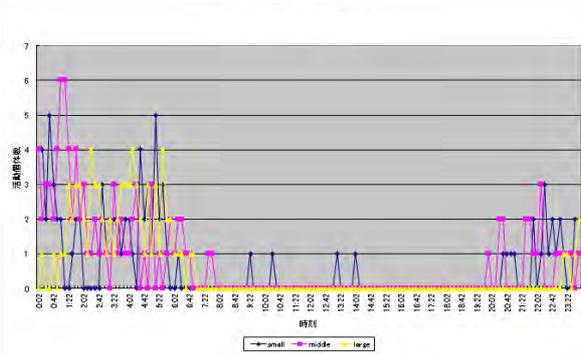


図12 11月4日の結果

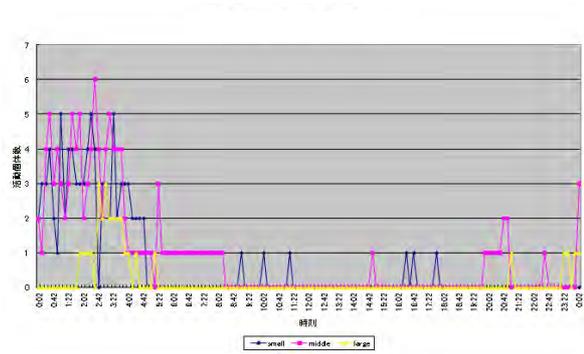


図13 11月5日の結果

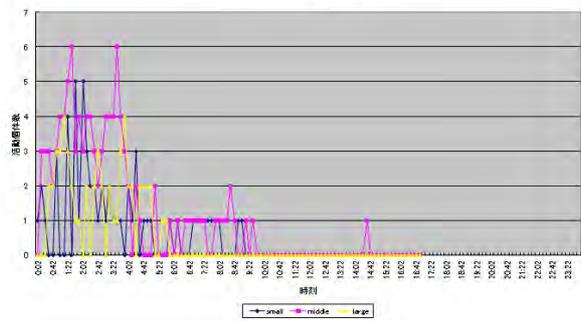


図14 11月6日の結果

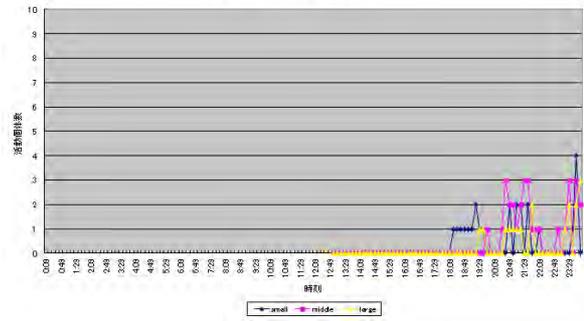


図15 11月7日の結果

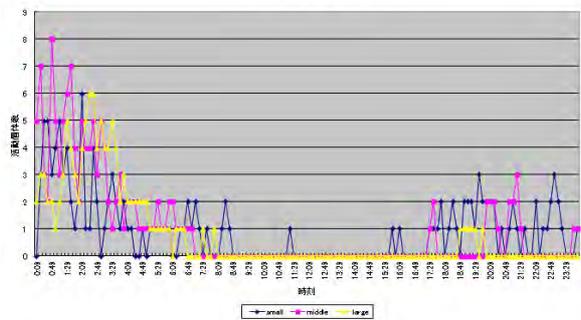


図16 11月8日の結果

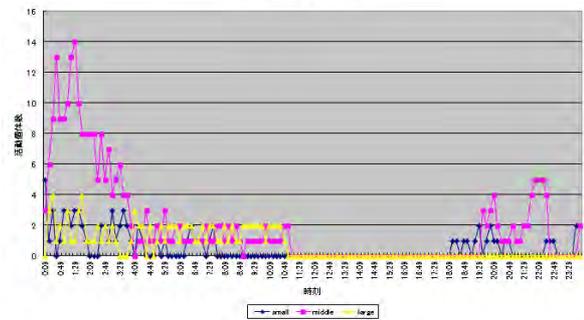


図17 11月9日の結果

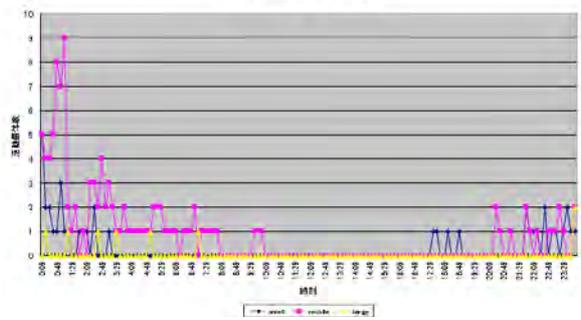


図18 11月10日の結果

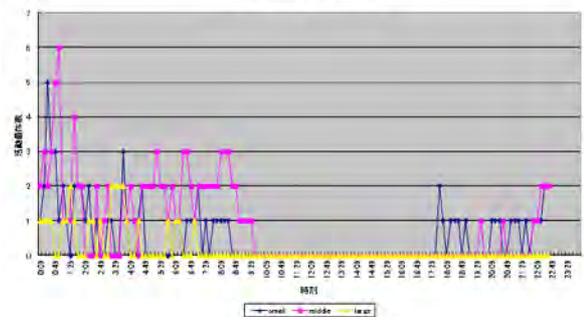


図19 11月11日の結果

## C 冬の結果

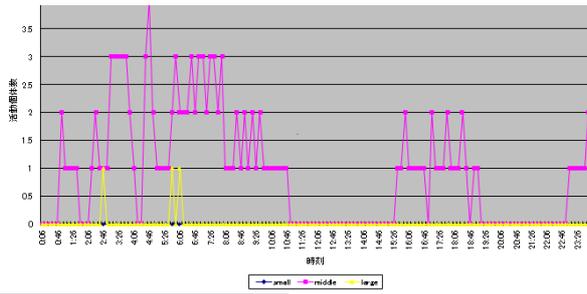


図20 12月12日の結果

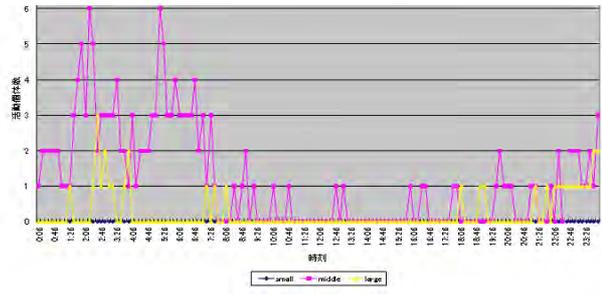


図21 12月13日の結果

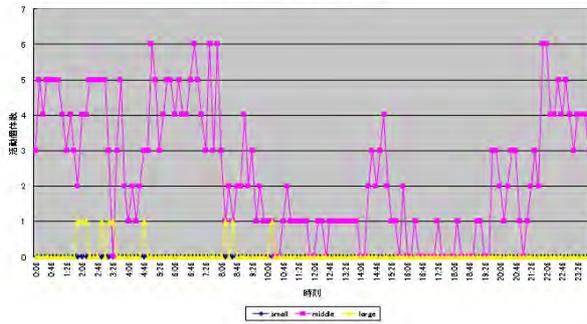


図22 12月14日の結果

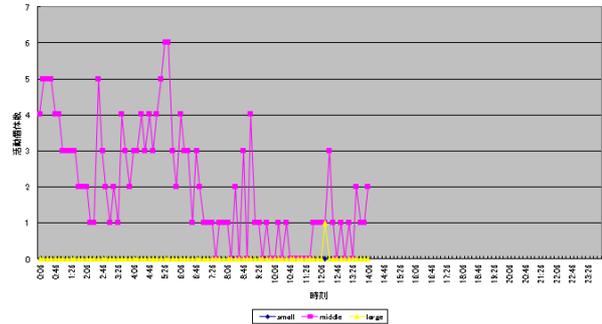


図23 12月15日の結果

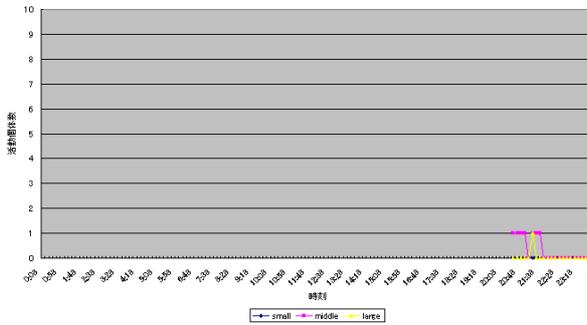


図24 1月14日の結果

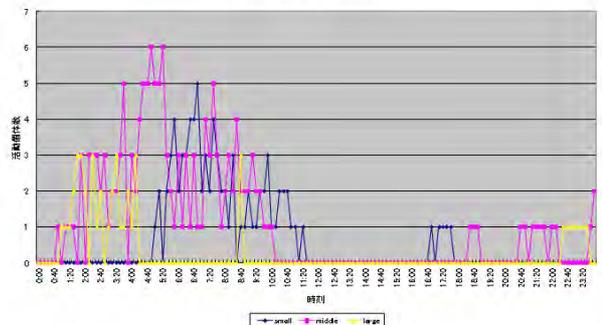


図25 1月15日の結果

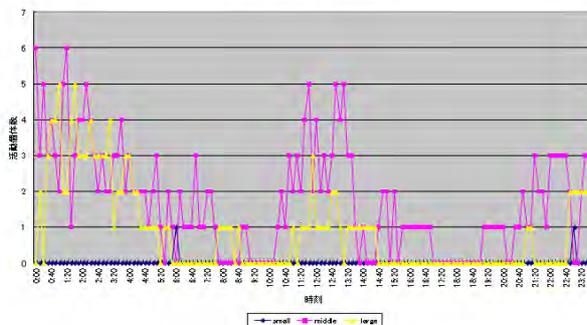


図26 1月16日の結果

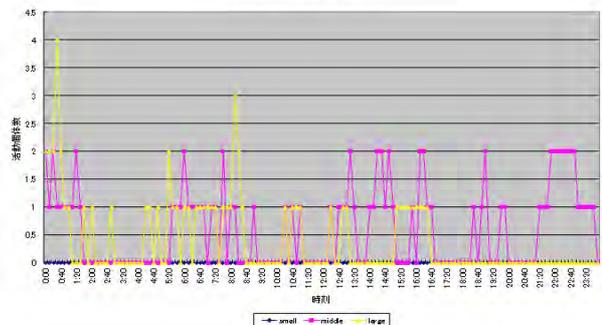


図27 1月17日の結果

## D 全暗の結果

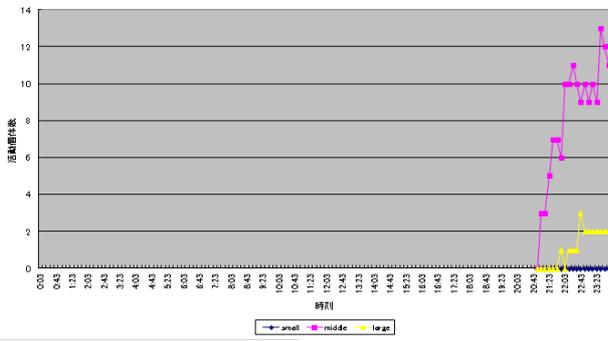


図28 2月7日(全暗)の結果

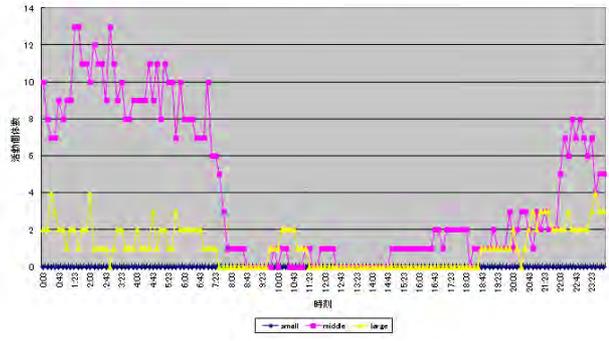


図29 2月8日(全暗)の結果

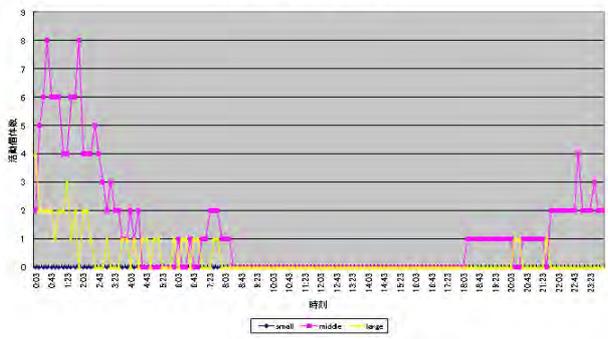


図30 2月9日(全暗)の結果

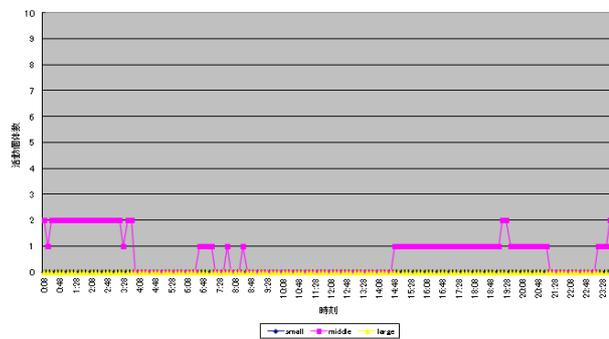


図31 2月10日(全暗)の結果

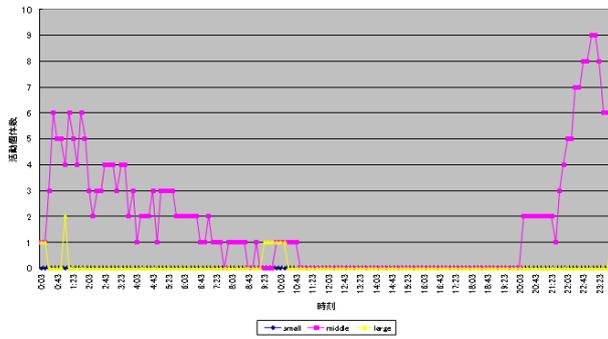


図32 2月11日(全暗)の結果

## E 全明の結果

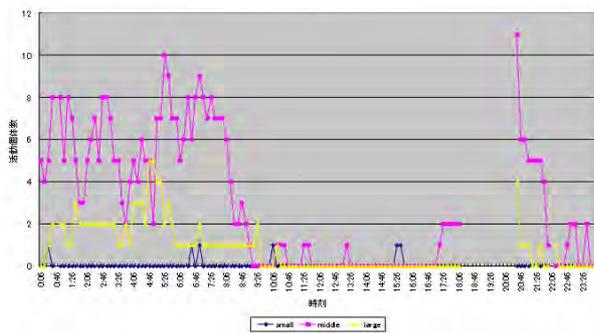


図33 3月26日(全明)の結果

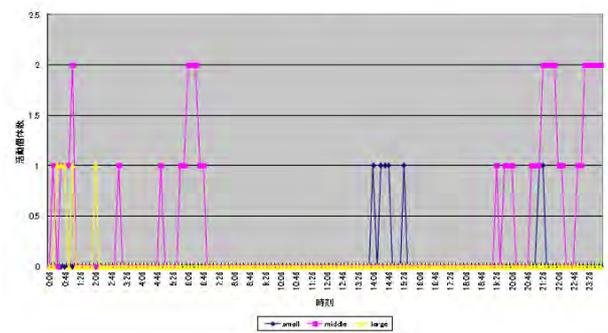


図34 3月27日(全明)の結果

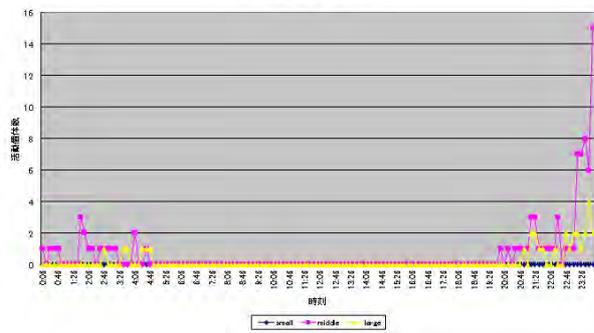


図35 3月28日(全明)の結果

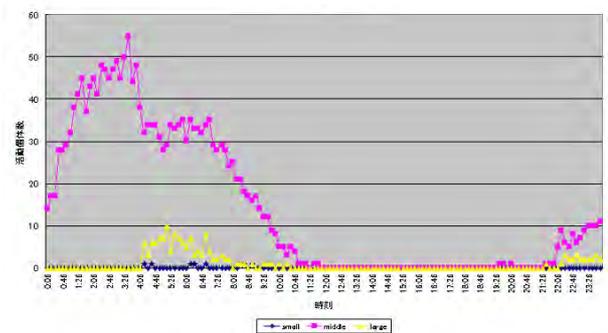


図36 3月29日(全明)の結果

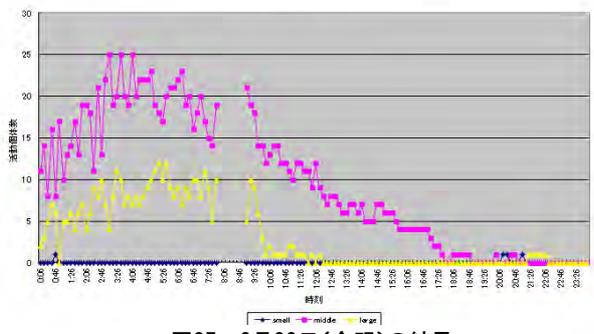


図37 3月30日(全明)の結果

