

ウスバカゲロウ (*Hagenomyia micans*) の巣の形成

班員 川嶋 光、木島 龍輝、辻口 心真、山崎 大悟
担当教諭 山本 幸平

キーワード：アリジゴク、ウスバカゲロウ、巣のサイズ、数理モデル

Antlions dig holes to make nests and catch insects and suck their body fluids. Previous research indicated the relationship between the sunlight and the places where antlions make their nests, and the relationship between their body size and the size of their nests.

Among those topics, we researched about the factors which determine the size of their nests.

1 はじめに

アリジゴクは砂地にすり鉢状の巣をつくり、アリなどの小さい昆虫が巣に落ちてくるのを待ち伏せ、捕食する。その巣については、日当たりと巣の場所の関係、体サイズと巣の大きさの関係など研究されている（松良、1989）。本研究では、アリジゴクの巣の大きさに注目し、その決定要因について調べた。

直径

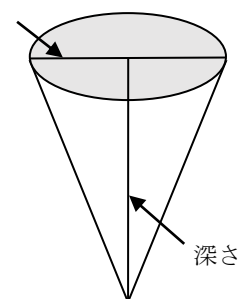


図1 アリジゴクの巣の概形

2 材料と方法

ウスバカゲロウ (*Hagenomyia micans*) の幼虫（以降アリジゴクと呼ぶ）を野外で採集し、実験に用いた。

観察

<目的>

巣の完成までにかかる時間を調べる

<方法>

10個のバケツに深さ5cmまで砂を入れ、アリジゴクを1個体入れた。その後毎日巣の直径と深さ(図1)をノギスで計測した。これを9日間続けた。



図2 実験に用いた容器



図3 調整した砂



図4 計測の様子

実験

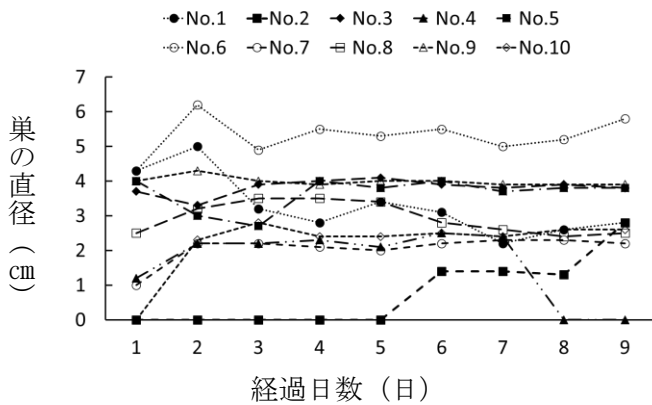
<目的>

次に砂の深さと巣のサイズの関係を見る

<方法>

砂の深さを調べる実験を行った。砂の深さを1cm、2cm、3cm、4cm、5cmとし、アリジゴクを1匹ずつ入れた。それぞれ繰り返し数は10個とした。すべての場合で実験開始前にえさを与え、巣を作らせる期間を3日間とした。終了後に巣の直径と深さをノギスで計測した。

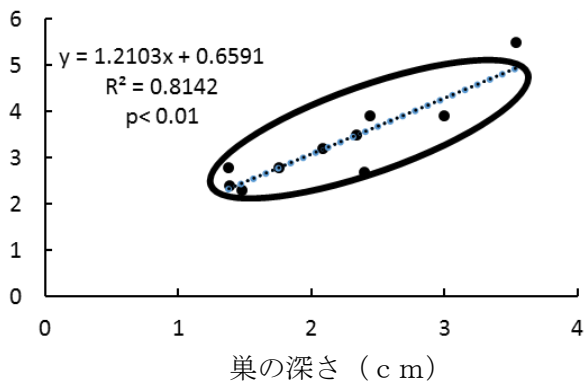
<結果>



経過日数ごとの巣の直径の変化

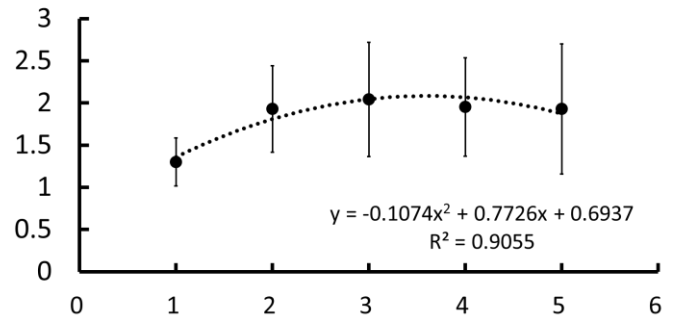
実験に用いたどの個体の巣も3日後以降、その直径は大きくなり、これより3日後までに巣は完成したといえる。

また、各個体が作った巣の最大の深さと巣の直径には強い正の相関がみられた。



巣の深さと巣の直径の関係

<結果>



砂の深さを調べる実験では、深さが1cmでは巣の深さは平均1.3cm、直径は平均2.2cmとなった。深さが2cm以上ではどの砂の深さでもアリジゴクの巣の深さは平均2cm、直径は平均3cmとなり、それ以上大きくなり頭打ちになった。

<考察>

まず、生物においてその縄張りの大きさは、一般的に生物にとっての利益とコストの関係で決定されることが分かっている。これは、利益を求めて縄張りを大きくしたときそれに伴ってコストも発生し、生物はより多くの利益を得ようとするのが理由であると考えられている。例えば図○のグラフは、利益とコストによる縄張りの大きさの変化を表している。

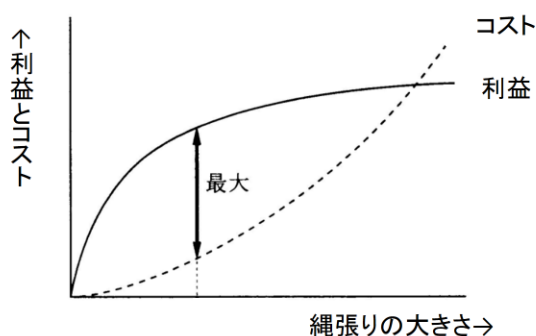


図 利益とコストによる縄張りの大きさの変化

この場合、利益とコストの差が最大のときの縄張りの大きさが最適なものとなる。アリジゴクの巣のサイズが頭打ちになる理由についても用いることができるのではないかと考えた。そこで、アリジゴクの利益とコストについて数理モデルをたてて、数理モデルでアリジゴクが作りうる巣のサイズと実験の結果を比較した。

まず、アリジゴクの利益とコストを数式で表す。アリジゴクの巣の円の面積が大きいほど、巣にエサが落ちてきやすくなり、エサが手に入る確率が高くなる。つまり、巣の円の面積はアリジゴクの利益に関係しているといえる。また、観察で得られた相関から、巣のサイズが大きくなると、巣の深さも大きくなる。アリジゴクが巣を作る際砂を掘る労力がかかることから、巣の体積はアリジゴクのコストに関係しているといえる。ここで、アリジゴクの巣の深さを h 、巣の円の半径を r と置く。 $\tan\theta = \frac{h}{r}$ であることから、巣の円の面積は $\tan\theta = \frac{h}{r}$ を用いて $\frac{\pi h^2}{\tan^2\theta}$ 、巣の体積は同様に $\frac{\pi h^3}{3\tan^2\theta}$ と表せる。ここで、単位面積当たりのエサ獲得量を B 、単位体積当たりのエネルギー損失量を C とおく。アリジゴクの利益は、巣の面積に B をかけたもの、またアリジゴクのコストは巣の体積に C をかけたも

のと表せる。

$$\begin{aligned} (\text{利益}) - (\text{コスト}) &= B \cdot \frac{\pi h^2}{\tan^2\theta} - C \cdot \frac{\pi h^3}{3\tan^2\theta} \\ &= \frac{\pi h^2}{\tan^2\theta} \left(B - \frac{Ch}{3} \right) > 0 \end{aligned}$$

$$B - \frac{Ch}{3} > 0 \quad h < \frac{3B}{C}$$

アリジゴクが作りうる巣の条件は、利益－コストの値が正であり、これについて不等式を立式して h について解くと、 h についての条件は $h < \frac{3B}{C}$ でありこの式からアリジゴクの巣の深さはある一定の値に収まることがわかった。これより、実験の結果を数理モデルを用いて説明できたといえる。

3 結論

アリジゴクの巣のサイズには上限があり、これは数理モデルを用いて説明することができた。

4 今後の展望

数理モデルから、 c 、つまり単位体積あたりのエネルギー損失量が変化する場合において形成される巣の深さは変化すると考えられる。アリジゴクのエネルギー損失量の変化に伴い、エネルギー損失量である砂の粒度を変化させたとき、巣の大きさが変化するか調べる。

5 参考文献

松良 俊明 砂丘のアリジゴク p p 2 1 8
思索社

