

飼育土壌が与えるカブトムシ形態への影響評価

黒瀬 淳平

灘高等学校

要旨

我々にとって身近な存在であり、角の大きさについてのギネス記録も存在するカブトムシだが、その角の大きさを決定する要素はほとんど分かっていない。そこで本研究では、カブトムシを飼育する土壌を変えることで、カブトムシの角サイズにどのような影響がでるかを調べた。

カブトムシを5つの土壌に分けて飼育し、蛹化前に全糖量、羽化後に角サイズと前胸長を計測し、ダネット法検定による評価を行った。また、飼育する各土壌の全炭素量・全窒素量を乾式燃焼法で計測した。

飼育土壌中の全炭素量が少ないとカブトムシの角サイズが小さくなることが観察された。一方、体液中に含まれる全糖量は角サイズ・前胸長のいずれとも相関性が見られなかった。また、土壌によって前胸長が有意に小さくなることもあったが全炭素量・全窒素量による影響ではなかった。

重要語句：カブトムシ、組成分析、ダネット法

背景

カブトムシはコウチュウ目（鞘翅目）・コガネムシ科・カブトムシ亜科・真性カブトムシ族に属する昆虫種であり、幼虫時代には腐葉土を餌とし、成虫後は樹液などを主に摂食する。カブトムシの最大の特長は角サイズや形である。カブトムシの角サイズは、蛹化する直前に形成される角原基によって決定される¹。また、角サイズは幼虫期の栄養状態に影響を受けることが知られている²。したがって、土壌成分に角原基の成長に影響し、角サイズを決定する原因が存在すると推論し、カブトムシの角サイズと土壌中の成分との相関性を検証するために複数の実験を行った。

方法

(1) 飼育方法

今回の実験では、土壌成分の影響によるカブトムシの体長や角サイズの変化を測定する。そこで、今回の実験

で使用する飼育土壌は鹿児島県の土、六甲山の土、吉田山の土、信州の腐葉土、九州地方の飼育マットの計5種類の土を適当に含水した状態に調整して土壌区とした。そして、各土壌区で九州地方から入手した三齢幼虫のカブトムシを10匹ずつ成虫になるまで飼育した。なお、飼育時のその他の環境条件の差によるカブトムシの前胸長や角サイズへの影響を防ぐため、気温25°C、適切な湿度状態に保った暗室で飼育した。飼育の結果、ほぼすべてのカブトムシが約1か月で蛹化し、蛹化から2週間後に成虫に羽化した。

(2) カブトムシの幼虫の全糖量の測定

蛹化する前のカブトムシの体液中に含まれる全糖量の測定にはフェノール硫酸法を用いた。最初に蛹化する直前のカブトムシ50匹からそれぞれ300 μ Lほどの血リンパサンプルを抽出し、-30°Cで保管した。次に、サンプルを解凍し、12,000 $\times$ gで10分間遠心分離した。その後、血リンパサンプルの中層の液を取り出して200倍に希釈した。その後、希釈したサンプルでフェノール硫酸法を行い、490 nm吸光度を測定し、検量線から全糖量を算出した。

(3) 前胸長と角サイズの測定

羽化した成虫は-20°Cで凍結処理を行った。その後、成虫個体の前胸長と角サイズを測定した。なお、角が湾曲した個体に関しては角の内側と外側の長さを測定し、その平均値を角サイズとした。

(4) 土壌の組成分析

土壌中には主にN, P, K, Cをはじめとする多様な元素が含まれる。この中で特に角と関係あると考えられるのは糖を構成する炭素(C)とタンパク質を構成する窒素(N)なので、二種類の元素の土壌含有量を乾式燃焼法によって調べた。最初に今回用意した5種類の土壌からそれぞれ土壌サンプルを準備し、105°Cで一晩中加熱乾燥した。さらに乾燥させたサンプルをボールミルで破碎して粉末状にし、再び105°Cで加熱乾燥した。その後乾燥させたサンプルに含まれる全炭素量および全窒素量を、CNアナライザーを用いて計測した。

内容に関する連絡先：

大出 高弘（京都大学大学院農学研究科）

ohde.takahiro.4n@kyoto-u.ac.jp

結果

飼育土壌の違いによるカブトムシの角サイズ、前胸長、および全糖量の変化、および角サイズと前胸長の比率は次のFig. 1~4のようになった。また、Fig. 5に示すように飼育土壌中の全炭素・全窒素量には大きな差異が出た。また、飼育した50匹のカブトムシ全体で、全糖量と前胸長、全糖量と角サイズにはそれぞれ相関がみられなかった (Fig. 6, Fig. 7)。一方前胸長と角サイズにはやや強い相関がみられた (Fig. 8)。

また、ダネット法を用いて飼育土壌による角サイズ、前胸長、全糖量の差について検定したところ、鹿児島県の土で飼育したカブトムシのみ角サイズが有意に小さく ($p<0.05$)、信州の腐葉土で飼育したカブトムシのみ前胸長が有意に小さかった ($p<0.05$)。また、全糖量に関してはどの土壌でも有意差は検出されなかった。

考察

角サイズと全糖量に正の相関性があまり見られなかった原因は昆虫のもつ恒常性によって、飼育土壌の栄養状態にかかわらず体内の全糖量が一定に保たれていたことが考えられる (Fig. 6)。その一方で飼育土壌の違いによって、角サイズや前胸長には有意差が見られたので、全糖量以外の要因によって角サイズや前胸長に影響が出たと考えられる (Fig. 1, 2)。

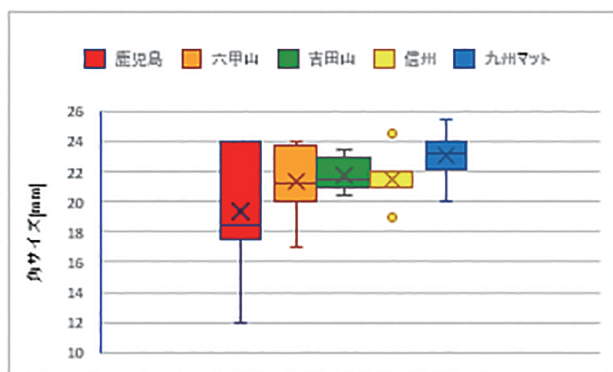


Fig. 1 各飼育土壌におけるカブトムシの角サイズ

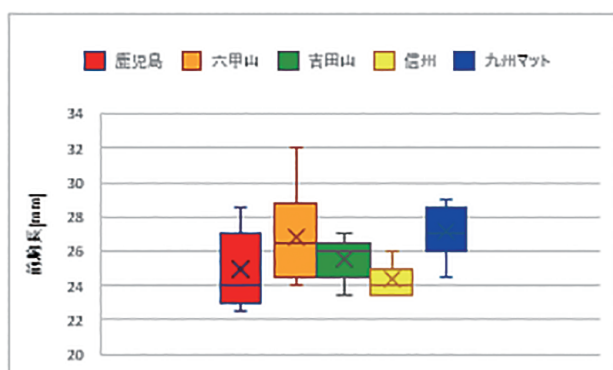


Fig. 2 各飼育土壌でのカブトムシ成虫の前胸長

また、5つの土壌の中で最も貧栄養区であった鹿児島県の土では特に全炭素量が他の土壌に比べて少なく、また他の土壌で飼育したカブトムシに比べて角サイズが小

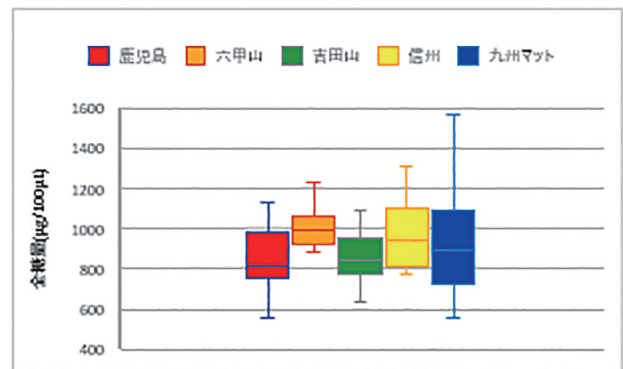


Fig. 3 各飼育土壌における血リンパ中全糖量

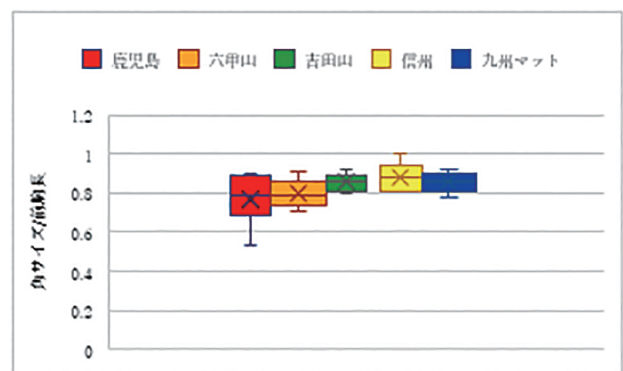


Fig. 4 各飼育土壌における角サイズ/前胸長比

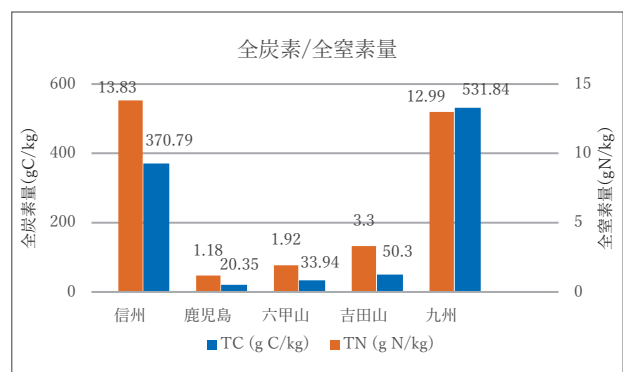


Fig. 5 各土壌の全炭素量 (TC) と全窒素量 (TN)

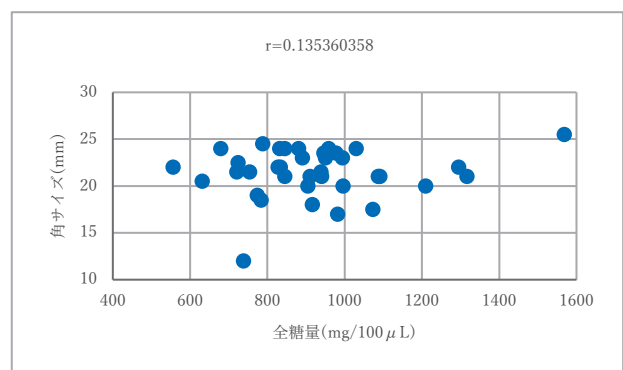


Fig. 6 血リンパ中全糖量と角サイズの相関

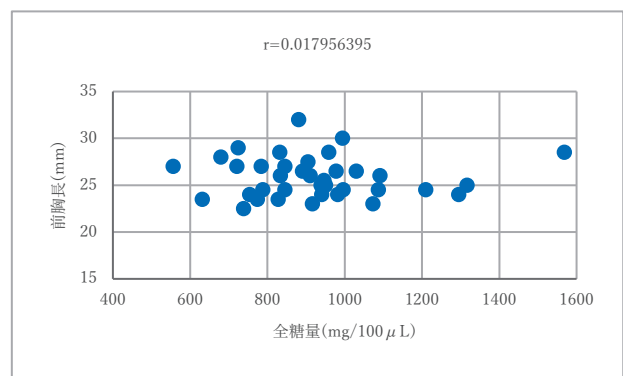


Fig. 7 血リンパ中全糖量と前胸長の相関

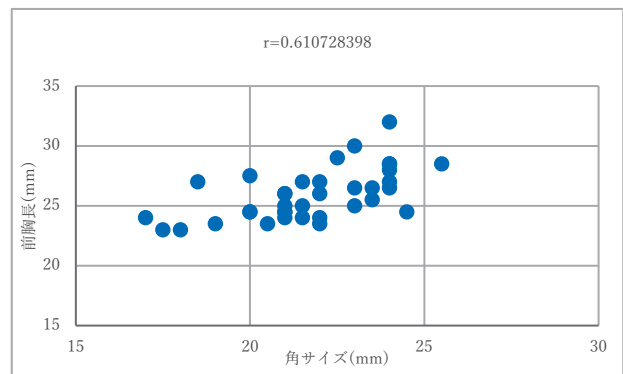


Fig. 8 角サイズと前胸長の相関

さかったことから、全炭素量が角サイズに関係している可能性が高い (Fig. 1, 5). このことは同じく貧栄養区である六甲山の土、吉田山の土で飼育したカブトムシの角サイズのグラフで、ほかの富栄養区の角サイズより角サイズの小さい個体が多くみられることから判断できる (Fig. 1). 一方、飼育土壌と前胸長の相関に関しては、富栄養区の信州の土壌のみが前胸長が有意に小さく ($p<0.05$), 同じ富栄養区の九州マットは前胸長が他の土壌に比べて有意差がなかったもので、全炭素量・全窒素量が前胸長に影響したとは考えにくい (Fig. 2). したがって土壌中のほかの成分か、または今回の実験開始が三令幼虫の時期だったことなどが原因として考えられる.

謝辞

この研究を進めるにあたり、様々なご指導をいただきました大出高弘先生、および土壌成分分析についてご指導いただきました渡邊哲弘先生、舟川晋也先生他京都大学農学研究科土壌学研究室の皆様へ深く感謝いたします.

参考文献

1. Shinichi Morita, Toshiya Ando, Akiteru Maeno, Takeshi Mizutani, Mutsuki Mase, Shuji Shigenobu, Teruyuki Niimi. Precise staging of beetle horn formation in *Trypoxylus dichotomus* reveals the pleiotropic roles of *doublesex* depending on the spatiotemporal developmental contexts. *PLoS Genet.* **15**, e1008063 (2019).
2. Emlen DJ, Warren IA, Johns A, Dworkin I, Lavine LC. A mechanism of extreme growth and reliable signaling in sexually selected ornaments and weapons. *Science* **337**, 860–864 (2012).