

タンパク質いっぱいのコオロギを食べよう

(生徒氏名) 濱野 芽衣 藤田 みるる 佐藤 結芽

(指導教員) 東海林 拓郎

【要旨】

環境問題や食糧危機への対策として世界的に昆虫食への注目が高まっている。本研究は、コオロギの体長・体重に対する飼料の質(主にタンパク質)の影響を明らかにすることを目的とした。コオロギを4つの飼料グループに分け、それぞれにドッグフード、大豆、煮干し、米ぬかを与えた。またドッグフード以外の飼料グループの生存率の低さから、ドッグフード:大豆、煮干し、米ぬか=2:3での混合飼料の飼育を行った。その結果、飼料のタンパク質含有量とコオロギのタンパク質含有量との間に正の相関が、コオロギの脂質含有量との間に負の相関があることを突き止めた。

キーワード: 昆虫食、コオロギ、タンパク質

1. 背景

国際連合食糧農業機関(以下、FAO)は世界では予測されていた以上の速さで人口が増加しており、現在の人口増加ペースが続くと2050年には世界人口が90億人を突破すると予想され、その際のタンパク質需要量は2005年の3.35億tに比べておよそ2倍の7.48億tに増加するだろうと述べている。同じくFAOは人口増加だけでなく、今日の新興国のGDP増加による食生活の向上によって肉食化が進んでいることもタンパク質の需要量増加の要因の一つであり、早ければ2030年にはタンパク質の需要量と供給量が崩れるとされると述べており、欧米を中心にタンパク質危機に対する昆虫食への取り組みがなされている(農林水産省農林水産政策研究所、2021)。また、2013年に、FAOが昆虫食の役割に注目する報告書を公表するなど、タンパク質確保のハードルを下げの一つの有力な方法として世界的に昆虫食への注目が高まっている。昆虫は牛や豚、鶏などの家畜に比べて、1kgのタンパク質を生産するのに必要な水やエサの量が圧倒的少量で済み、飼育過程でのCO₂の排出量が少ないため、地球温暖化防止やSDGs(持続可能な開発目標)に貢献し得る食材として知られている。このことから私たちは昆虫食として知名度が高いコオロギを実験対象とした。

先行研究でDobermann(2019)は、質の異なる飼料(チキンフード、ビール粕、野菜くず)を与えたときのコオロギの成長や生存率に与える影響を調査している。ただし、測定したコオロギの成分にまでは言及していない。

2. 目的

2-1 目的

本研究では、質の異なるエサがコオロギに含まれる成分の変化にどのように影響するのかを明らかにすることを目的とした。

2-2 仮説

飼料に含まれるタンパク質量がコオロギの生育・タンパク質量に影響する。

3. 方法

3-1 供試昆虫

本研究では、飼育しやすく、雑食であるという点から供試昆虫にはフタホシコオロギ(*Gryllus bimaculatus*、以下、コオロギと表記する)を使用した。フタホシコオロギは月夜野ファームから200匹購入した。

3-2 飼育条件

<飼料>

飼料のタンパク質含有量による影響を調べるために4種類の飼料で飼育した。一般的に用いられる「ドッグフード」、植物性タンパク質という点から「大豆」、動物性タンパク質という点から「煮干し」、秋田県は米どころという点から「米ぬか」、の4種類とした。それぞれのタンパク質含有量は、ドッグフード18%、大豆34%、煮干し65%、米ぬか13%であった(文部科学省、2020)。

実験で使用するコオロギの遺伝的条件をある程度揃えるため購入した200匹のコオロギを飼育した。飼育に使用した餌はドッグフードとした。ここで生まれた卵を単一飼料区と混合飼料区に使用した。前飼育の様子を写真1に示した。



写真1 全飼育の様子

本研究における単一飼料区とは、飼料をドッグフード、大豆、煮干し、米ぬかのみとして飼育した飼料区を指す。

また、混合飼料区とはドッグフードと大豆、ドッグフードと煮干し、ドッグフードと米ぬかを混合させて飼育した飼料区を指し、飼料の混合比率は飼料ごとの差をはっきりさせるために2:3(ドッグフード:大豆、煮干し、米ぬか)とした。

単一飼料区、混合飼料区ともに飼育ケースには180mm×130mm×65mmの蓋つきの透明なフルーツパックを使用した。1パックで飼育するコオ

ロギは2~3匹とした。パックには、餌、水分補給用の脱脂綿を入れた。餌、脱脂綿の交換は約3日間隔で行った。

なお、コオロギの飼育方法はJ.Ng'ang'a et al. (2020)、塩川信(1983)、鈴木範男(2009)、長尾隆司(2004)、日本比較生理生化学会(2012)、馬場欣哉ら(1990)を参考にした。

飼育は単一飼料区、混合飼料区ともに8週間行った。単一飼料区と混合飼料区の飼育の様子は写真2の通りである。



写真2 飼育ケースの様子

飼育は前飼育、単一飼料区、混合飼料区すべて室内で行った。室内の温度が高くなり、コオロギが死亡するのを防ぐために夏の間は扇風機、エアコンを26°C設定で使用した。

体重・体長の測定は2週間間隔で行った。体重の測定は、プラスチックのコップに数匹ずつ入れて1匹当たりの平均をとった。体長はトレーに方眼紙をしき、その上にコオロギを乗せ写真を撮り三角比を使ってもとめた。写真撮影にはiPhone®を使用した(※1)。

3-3 成分分析

単一飼料区及び混合飼料区で飼育したコオロギの成分分析として、タンパク質と脂質、灰分を測定した。タンパク質はケルダール法、脂質はソックスレー脂質抽出法、灰分は直接灰化法で行った。測定は、タンパク質、脂質は秋田県立大学、灰分

は秋田県立大学木材高度加工研究所にて測定した。

統計解析には R(version 4.1.2)を用い、無相関検定を行った(R Core Team、2021)。

4. 結果

4-1 成長過程

卵から飼育終了時までの成長過程を写真 3~8 に示した。



写真3 全飼育で得られた卵



写真4 孵化したての幼虫
(体重:1.147mg、体長:4.688 mm)

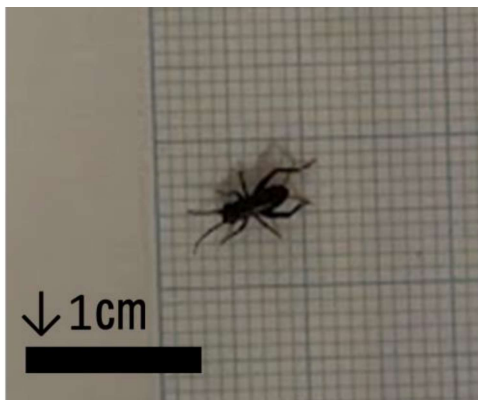


写真5 2週目の幼虫



写真6 4週目の幼虫



写真7 6週目の幼虫

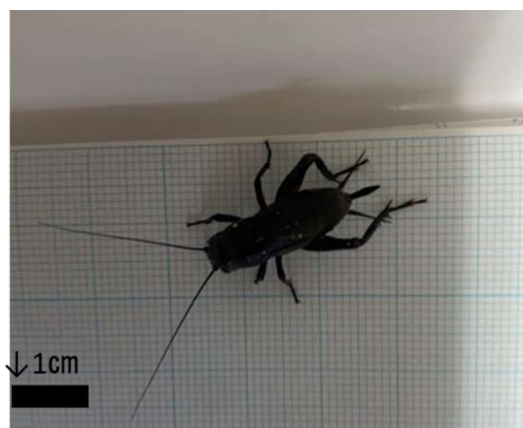


写真8 8週目の成虫

4-2 結果

<単一飼料区に関わる結果>

<生存数>

図1に単一飼料区における生存数の推移結果を示す(なお、以降の図ではドッグフードをDFと

表記する)。

ドッグフード区では40匹を飼育し、終了まで生き残っていたのが23匹であり生存率が57.5%だった一方で、その他の処理区では6週目以降に生存した個体はほぼいなかった。

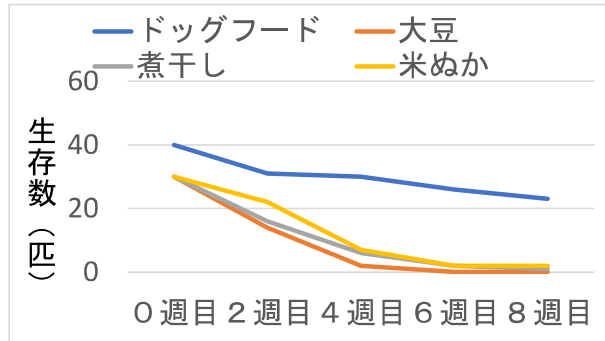


図1 単一飼料区の生存数の変化

〈体重・体長〉

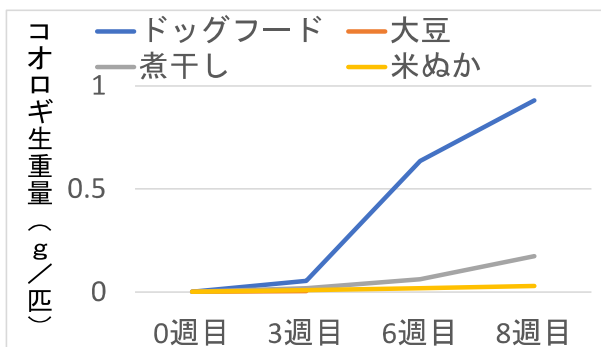


図2 単一飼料区の一匹当たりの生重量

〈体長〉

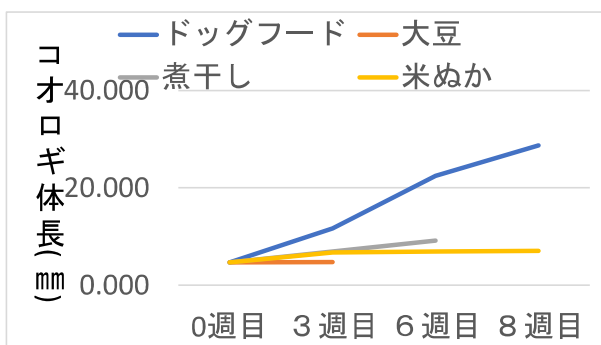


図3 単一飼料区の体長

ドッグフード区は体重、体長とも一般的な成虫コオロギのサイズである約1g/匹、約3cmに達していた。一方で死滅してしまった3処理区では体重、体長とも小さく成長していなかった。

〈混合飼料区に関わる結果〉

〈生存数〉

図4に混合飼料区における生存数の推移結果を示す。

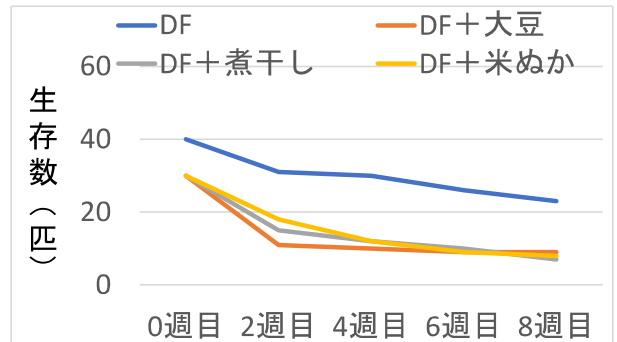


図4 混合飼料区の生存数の変化

単一飼料区の生存数(図1)と比較すると、混合飼料区では2週目までに生存数が減少しているものの、それ以降生存数が9匹程度で生存率は3割程度を維持していた。

〈体重・体長〉

図5と図6にはそれぞれ混合飼料区におけるコオロギ生重量と体長の推移結果を示す。

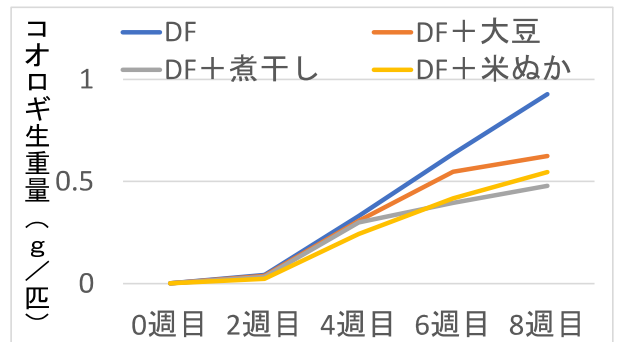


図5 混合飼料区の一匹当たりの生重量

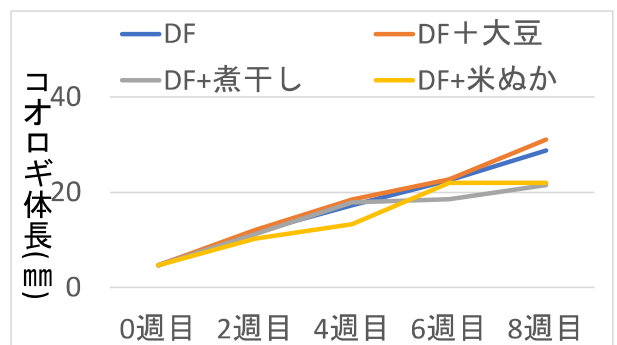


図6 混合飼料区の体長

単一飼料での飼育と比べて飼料の違いによる成長の違いがあることが示された。

また、Dobermann (2019)の報告によると本研究が行ったドッグフードの単一飼料区での飼育結果がチキンフィード単一飼料区の飼育結果と類似結果を示した。

4-3 混合飼料区成分分析結果

図7と図8にそれぞれ飼育期間終了時におけるタンパク質含有率と脂質の含有率の結果を示す。

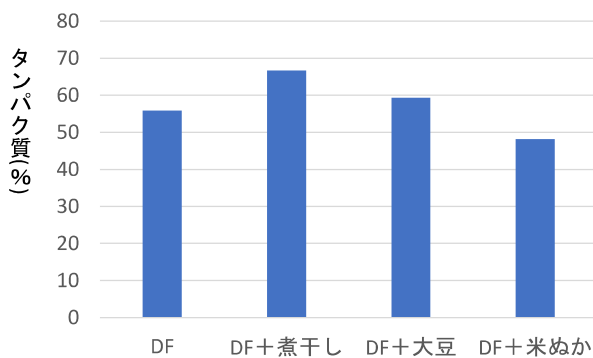


図7 混合飼料区のタンパク質量

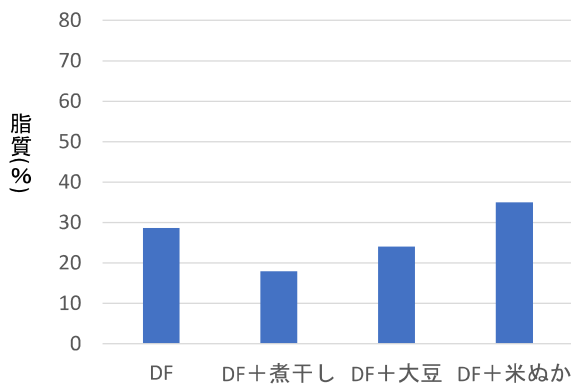


図8 混合飼料区の脂質量

図7より、ドッグフードと煮干しの混合飼料で飼育したコオロギのタンパク質の含有率が最も高かった。一方で図8より同じくドッグフードと煮干しの混合飼料で飼育したコオロギの脂質の含有率が最も低かった。タンパク質量と脂質量には関係があるといえる。

総じて、ドッグフードと煮干しの混合区はより筋肉質なコオロギとなり、ドッグフードと米ぬかの混合区はよりメタボリックなコオロギとなった。

5. 考察

5-1 飼料のタンパク質とコオロギのタンパク質の相関関係

図9には飼料に含まれるタンパク質量と飼育期間終了時のコオロギのタンパク質含有量の無相関検定の結果を示した。ここでのタンパク質とは混合飼料区におけるタンパク質量を示す。

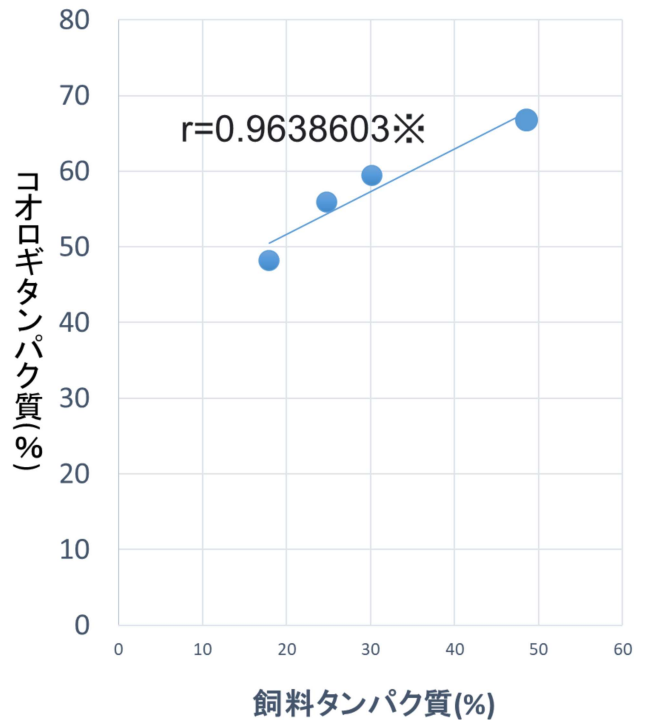


図9 飼料のタンパク質量とコオロギのタンパク質量の相関関係

図9より飼料に含まれるタンパク質量が増加するとコオロギに含まれるタンパク質量も増加することから飼料に含まれるタンパク質量がコオロギに含まれるタンパク質量に影響することが分かった。このことは、相関係数が0.9638603であり、有意な正の相関関係が認められることから明らかといえる($p < 0.05$)。

図10より飼料に含まれるタンパク質量が増加するとコオロギに含まれる脂質量が減少することから飼料に含まれるタンパク質量がコオロギに含まれる脂質量に影響することが分かった。このことは、相関係数が-0.9595705と有意な負の相関が認められることも明らかである($p < 0.05$)。

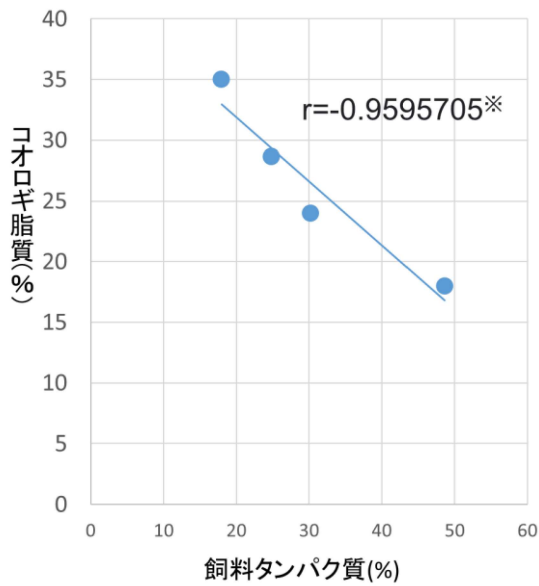


図 10 飼料のタンパク質とコオロギ中の脂質の相関関係

5-2 アミノ酸の影響

タンパク質に含まれるアミノ酸が影響すると仮定した。アミノ酸含有量を求めたところ、タンパク質含有量とアミノ酸含有量には相関関係が無かった。

まとめ

2-2 仮説で示した、飼料に含まれるタンパク質量がコオロギの生育・タンパク質量に影響するというのは正しかった。また、飼料のタンパク質含有量とコオロギのタンパク質含有量との間に正の相関が、コオロギの脂質含有量との間に負の相関があることを突き止めた。

注

※1 iPhone®は、米国およびその他の国で登録された Apple Inc.の商標です。

謝辞

本研究を遂行するにあたり、宮城教育大学准教授の溝田浩二様、秋田県立大学木材高度加工研究所教授の栗本康司様、同研究所助教の工藤佳世様、秋田県立大学生物資源学部准教授石川匡子様、同学部准教授石川祐一様には、多大なご協力をいた

いただきました。この場を借りて御礼申し上げます。

引用文献

- Dobermann(2019) The effect of an initial high-quality feeding regime on the survival of *Gryllus bimaculatus* (black cricket) on bio-waste., *Journal of Insects as Food and Feed*, 5(2), 1-8
- Edible insects Future prospects for food and feed security
- R Core Team (2021) R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- J.Ng 'ang'a et al. (2020) Can farm weeds improve the growth and microbiological quality of crickets (*Gryllus bimaculatus*)?, *Journal of Insects as Food and Feed*, 6(2), 199-209
- 塩川信(1983) クロコオロギの孵化
- 鈴木範男(2009) 身近な動物を使った実験 4(三共出版), 42-72
- 長尾隆司(2004) 身の丈に合った生活-コオロギから見た人間社会-, 43(3), 183-190
- 日本比較生理生化学会(2012) 研究者が教える動物飼育 第2巻 -昆虫とクモの仲間(共立出版), 2, 60-66
- 農林水産省農林水産政策研究所(2021) 2030年における世界の食料
- 馬場欣哉ら(1990) フタホシコオロギの飼育法, 388-391
- 文部科学省(2020) 第2章日本食品標準成分表 PDF (日本語版), URL: https://www.mext.go.jp/a_menu/syokuhinseibun/1365419.htm, [最終アクセス:2021年11月12日]