

学 位 論 文 要 旨

(Summary of the Doctoral Dissertation)

学位論文題目 (Dissertation Title)	Research on Food Functionality of Insect Feces (昆虫のフンの食品機能性の研究)
氏 名(Name)	高橋 有志

昆虫は次世代の食品として期待されているが、これまでは科学的な研究が進んでいなかった。機能性食品としての昆虫の研究のために昆虫の副産物である糞に着目し、その食品としての機能性の研究を行った。

まず昆虫の糞を糞茶として利用することを検討し、トノサマバッタ糞の脂肪蓄積抑制効果について調べた。LT (*Locusta migratoria*) の糞茶の抗肥満効果を *in vitro* および *in vivo* のアッセイを用いて検討した。3T3L1 細胞を用いたオイルレッドO 染色実験の結果、LT は脂肪滴の蓄積過程ではなく、脂肪細胞への分化を抑制することが確認された。さらに、分化のマスターレギュレーターである PPAR γ や C/EBP α を抑制することも確認された。高脂肪食を与えたマウスにおいて、LT を投与したマウスの体重はコントロールマウスと比較して変化しなかったが、白色脂肪重量は有意に減少し、特に内臓脂肪が減少した。総コレステロール値は LT 投与マウスで有意に減少したが、グルコース、遊離脂肪酸、トリグリセロール値は変化しなかった。これらの結果は、LT が脂肪細胞の分化を抑制することにより、脂肪蓄積を抑制できることを示していた。

次に、C2C12 細胞を用いて、サクラケムシ糞茶 (PT) のサルコペニア治療、特に筋肉増強と萎縮抑制に関する有効性を検討することを試みた。PT 処理 (0.2mg/mL) により、筋管幅が約 40%増加し、Myod、Myog、MYHC の発現量が増加した。また、PGC1 α 、TFAM、SDHA、BCAT、BCKDH は PT の濃度依存的に発現が上昇した。また、転写のコアクチベーターである PGC1 α についても、濃度依存的にタンパク質発現量が増加した。この結果は、PT が C2C12 筋芽細胞の PGC1 α を刺激し、アミノ酸代謝および電子輸送体を介してミトコンドリアを活性化することを示すものである。さらに、LPS による IL6 や TNF α の発現を抑制し、筋萎縮の主な原因であるユビキチンリガーゼ Atrogin1 や MuRF のタンパク質発現レベルを低下させることが確認された。これらの結果は、PT が筋肉増強や筋萎縮の抑制に有効であることを示している。

かつて昆虫食は、一部の地域を除いては一般に食べられていなかった。しかし、現在では昆虫は世界中で食料として認識されており、将来的には食料不足の問題を解決する一助となる可能性がある。さらに、昆虫食の利用は環境面でもメリットがあると思われる。古来、中国の一部では昆虫茶が漢方薬として使われており、さまざまな効能があると言われており、本研究では、その効能の一つを実証することで、機能性食品としての昆虫食の可能性を示すことができた。

学位論文審査の結果及び最終試験の結果報告書

山口大学大学院創成科学研究科

氏名	高橋 有志
審査委員	主査：井内良仁
	副査：宮田浩文
	副査：薬師寿治
	副査：高坂智之
	副査：片岡尚也
論文題目	Research on Food Functionality of Insect Feces (昆虫のフンの食品機能性の研究)
【論文審査の結果及び最終試験の結果】 本研究の内容は、昆虫食の食品機能性に関する研究の中でも、昆虫そのものではなくその副産物のフンを有効利用する目的とし、トノサマバッタのフン茶が有する脂肪蓄積抑制効果をマウス個体レベル、そして培養細胞を用いて定量的に証明し、その効果が脂肪細胞分化関連遺伝子の発現抑制に起因することを明らかにした。また、サクラケムシのフン茶に含有される食品機能性成分の詳細な解析を行い、その含有成分に骨格筋萎縮すなわちサルコペニアを抑制する筋肉増強効果と、同時にミトコンドリア機能亢進効果があることを突き止めた。これらの研究成果は、ほとんど解明に着手されていない食用昆虫について、その副産物であるフンの食品機能性解析のパイオニアとなり得るもので、当該分野において多大な貢献を果たすと考えられる。 令和4年8月1日(月)14:00より、上記審査委員5名で構成された審査委員会は、山口大学において学位申請者本人に研究内容を公開発表会の形式で発表させ、その内容について質疑応答を行い、関連事項についても試問を行った。その結果、最終試験の口頭発表では学位論文の骨格となる新知見が論理的に丁寧に説明され、得られた結論の合理性を担保するにふさわしい発表内容であった。また、質問に対する回答も十分満足すべき内容であった。 よって審査委員会は、申請者を大学院創成科学研究科の博士(生命科学)の学位を付与するに十分な資格を有する者と判断した。	