

学位論文審査の結果の要旨

氏名	Wastu Ayu Diamahesa
審査委員	主査 益本 俊郎
	副査 橘 哲也
	副査 松本 由樹
	副査 池島 耕
	副査 川崎 浄教

論文名

Use of insects meal as alternative protein sources for fish meal
(魚粉代替タンパク源としての昆虫ミールの利用)

審査結果の要旨

魚類養殖の持続的な発展には原料の安定供給と健全な飼育環境の維持が重要である。養殖飼料原料に使用されている魚粉は、有限な天然資源を原料とするばかりでなく、食料源として競合することから魚粉使用量を削減するための代替原料が求められている。そこで本研究では代替原料としてミールワームとアメリカミズアブの2種類の昆虫ミールに着目して、世界で最も多く生産されているコイ科魚類についてこれら昆虫ミールの成長に及ぼす影響を調べた。また、ウナギ飼料には最も多くの魚粉が使用されていることから昆虫ミールなどの代替原料の使用が必要だが、乾燥飼料の適性や原料消化率の測定など飼料原料の栄養評価に不可欠な知見が不足しているため、ウナギ目のアナゴを用いてこれら基礎的知見を明らかにしようとした。

本研究の結果は以下のように要約される。

1. 昆虫原料を多用すると成長が低下することが報告されているが、その原因については明らかにされていない。一方、昆虫ミールに含まれるキチンは脂質吸収を損なうことが知られている。リパーゼ活性に不可欠な胆汁酸のキチンによる吸着がその理由として考えられたので、胆汁酸と同様の乳化作用を持つ大豆リン脂質(SBL)を飼料に添加してその効果を調べた。対照飼料である魚粉を含むFM飼料のうち、魚粉をミールワームで置き換えたMWM飼料をコイに与えると、FM飼料を与えた魚に比べ増体重と飼料効率が有意に低下したのに対し、MWM飼料にSBLを添加するとFM飼料区と同等の成長成績となった。また、脂質の消化吸收を調べる目的で飼料給与後に血漿トリグリセリド濃度を測定したところ、MWM飼料区ではFM飼料区に比べ有意に低く、SBL区ではFM飼料区と同等となったことから、ミールワームを飼料に添加すると脂質の消化吸收が抑制され成長が低下するが、SBLの添加によりそれらが改善されることが明らかになった。
2. そこでアメリカミズアブを用いてミールワーム試験と同様の試験設定で飼育試験を行ったとこ

ろ、アメリカミズアブ飼料とその飼料に大豆レシチン（SBL）を添加した飼料を与えたコイの成長は、いずれの飼料区も対照飼料の FM 飼料区より低下し、給餌後に調べたトリグリセリド濃度では FM 飼料区より低い傾向にあったが有意差は無かった。したがってアメリカミズアブには脂質消化吸収の抑制以外の成長低下要因があると考えられた。

3. 日本のウナギ養殖では水分を多く含む練り餌による給餌が主流だが、飼料の離散による飼育水への負荷が多い。そのため環境負荷が少ない乾燥（ドライ）飼料の使用が望まれるが普及に至っていない。そこでドライ飼料の可能性を調べる目的で、市販マダイ用ドライ飼料とそれを粉碎・加水したモイスト飼料を作成し、両飼料による成長および摂餌嗜好性についてウナギ目のアナゴ稚魚を用いて調べた。まず成長試験では、両飼料区間の増重率や飼料効率に有意差が無かった。次に成長試験終了後すぐに、成長試験とは反対の餌に切替えて試験魚に与えたところ、モイスト飼料への切替えにはすぐに慣れ摂餌量が多かったが、ドライ飼料に対しては給餌日数 9 日までは摂餌量が低かったが、その後は上昇した。したがってドライ飼料はアナゴ稚魚の嗜好性や成長に対して悪影響を与えることはなく、問題なく利用が可能なが明らかとなった。
4. 飼料に使用するバインダー（粘結剤）は養殖において飼料原料の離散を防ぐとともに養魚の消化吸収に影響する。そこで、カルボキシメチルセルロースと小麦グルテンの 2 種類のバインダーを 3%と 5%の添加濃度で加えて、乾燥物とタンパク質をアナゴに対して間接法と直接法によって消化率を求めて適正なバインダーの種類と濃度を調べたところ、どちらの消化率測定法においてもグルテン 5%の消化率が高かったことや、フンの形状がしっかりしており離散が少なく飼育水への負荷低下が期待されたことから最も適していることがわかった。また間接法による消化率測定は指標物質の溶出を伴うことから、適用には注意が必要なこともわかった。

以上、本学位論文では昆虫ミールの養殖飼料における栄養飼料的課題とその解決法を提案しており、養殖飼料における魚粉使用量の削減に繋がる。また飼育環境への負荷が少ない乾燥飼料の導入が可能なことや飼料や排せつ物の水中での離散が少ないバインダーとその濃度を明らかにしたなど、養殖の持続的発展に寄与する重要な知見を明らかにしたことは特筆に値する。

本論文に関する公開審査会は、令和 3 年 2 月 3 日にリモートシステムを利用して開催され、論文発表と質疑応答が行われた。引き続き行われた学位論文審査会で、本論文の内容を慎重に審議した結果、審査委員全員一致して博士（農学）の学位を授与するものと判定した。