

学 位 論 文 要 旨

氏 名

キョウ・キョウ

題 目

海産動物におけるムラサキイガイとその抽出物の効果に関する栄養学的研究
(Effect of Dietary Blue Mussel and its Extract on the Growth Performance
of Marine Species)

ムラサイキガイは、岩場や岸壁に付着して生息し配水管などの内側にも付着するため、発電施設では定期的に配管のイガイを除去しているが、除去したイガイの処理に苦慮しており有効利用が望まれている。魚類や甲殻類はイガイを好んで摂取するため、配合飼料素材にイガイを用いた研究もおこなわれている。しかし、イガイ中のどの成分が成長や免疫の向上に効果を示すのかはいまだ不明である。そこで、本研究は、海産動物におけるムラサキイガイとその抽出物の栄養学的効果を明らかにするために飼育試験と体化学成分の分析を行った。

まず、ムラサキイガイ乾燥粉末を用いて、低魚粉飼料を摂取したトラフグの成長改善効果を検討した。魚粉と分離大豆タンパク (SPI) を主体としたイガイ粉末添加量の異なる 5 種類の試験飼料 (0%, 2.7%, 5.3%, 8.1%, 10.5%) を作製し、魚粉単独飼料 (魚粉添加量 63%) を対照として、トラフグ稚魚 (平均体重 27.01g) を 50 日間飼育した。その結果、イガイ粉末を 2.7~5.3% 添加することによって低魚粉飼料 (魚粉添加量 27~28.5%, SPI 添加量 27%) でも魚粉単独飼料とほぼ同等の成長を得られることが明らかになった。

クルマエビに対しては、イガイ極性脂質 (MPL) が成長と免疫反応を向上するとの報告があるが MPL の至適添加量について検討した例はない。そこで、クルマエビ稚エビ (0.32g) とヒラメ稚魚 (0.73g) を用いて、MPL 添加量を 6 段階に変えた試験飼料 (0%, 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% および 1.5%) を飼育し、MPL の至適添加量を調べた。飼育試験の結果、イガイ極性脂質はクルマエビおよびヒラメの成長を改善し、その至適添加量は 1.2% であることが明らかにされた。

次に、配合飼料に PL 源として多く使用されている大豆極性脂質 (SBPL) と MPL の最適配合量を明らかにするために、2 段階の MPL 添加量 (0%, 1.2%) と 3 段階の SBPL 添加量 (0%, 1.2%, 2.4%) で 6 種類の試験飼料を作製し、トラフグ稚魚 (1.85g) を用いて、2x3 因子の実験計画で飼育試験を行った。MPL および SBPL 添加により成長は有意に改善され、増重、日間成長率および摂餌量に両 PL の交互作用が検出された。また、トラフグ稚魚に対する MPL と SBPL の至適添加組み合わせは、1.2% : 1.2% であった。

最後にトラフグに対するイガイ中の機能性画分を明らかにするために、イガイ粉末を水溶性画分 (トリクロロ酢酸可溶性画分)、中性脂質画分、極性脂質画分および不溶性画分 (抽出残渣) に分離しトラフグの成長に対する効果を検討した。それぞれの画分を 0.5% 添加した飼料をトラフグ稚魚 (13.61g) に給餌した結果、トラフグの成長に対しては不溶性画分が最も高い効果を示すことが明らかになった。

学 位 論 文 要 旨

氏 名	KYAW KYAW
題 目	Effect of Dietary Blue Mussel and its Extract on the Growth Performance of Marine Species (海産動物におけるムラサキイガイとその抽出物の効果に関する栄養学的研究)
<p>Recently, research findings indicated that blue mussels have been used as a supplement in crustaceans and marine fish feeds. Furthermore, dietary inclusion of mussel extract was effective as a feeding stimulant for Japanese flounder. However, there is still remaining areas concerning functions and components of blue mussel for aquatic animals. Therefore, in this study, I tried to find the effects of dietary blue mussel and its extract on the growth performance of marine species.</p> <p>This research work was conducted to investigate the effects of dietary blue mussels and their extracts on the aquatic animals. First part of the research examined the supplemental effects of blue mussel (BM) when fed low fishmeal (FM) diets for juvenile tiger puffer (initial 27.01g). Isonitrogenous FM and soybean protein isolate (SPI) based diets, containing five different levels of BM (0, 2.7, 5.3, 8.1, and 10.5%), respectively and a control diet contained 63% of FM without SPI were formulated and fed test fish for 50 days. In conclusion BM supplementation in low FM diet was very effective to improve the growth of tiger puffer, and level of 2.7 to 5.3% was optimum when 27% of SPI together with FM ranging from 27 to 28.5% were used.</p> <p>Second part of the research was conducted to evaluate the effects of mussel phospholipids (MPL) on kuruma shrimp (initial 0.32g) and Japanese flounder (initial 0.73g). Both of the trials were designed using six test diets supplementing different MPL levels at 0% (D1), 0.3% (D2), 0.6% (D3), 0.9% (D4), 1.2% (D5) and 1.5% (D6), respectively. As a conclusion of these two trials, MPL supplementation is beneficial for growth promotion for both species and it was found that optimal dietary MPL level is 1.2% when MPL was used as PL source.</p> <p>Third part of the research was designed to find the interactive effects between mussel phospholipids (MPL) and soybean phospholipids (SBPL) on the growth of juvenile tiger puffer (initial 1.85g). The feeding trial was conducted as 2 x 3 factorial designs with 2 levels of mussel phospholipids (MPL; 0 and 1.2%) and 3 levels of soybean phospholipids (SBPL; 0, 1.2 and 2.4%). As a conclusion, there were interactive effects between dietary MPL and SBPL on weight gain, specific growth rate, and feed intake. Furthermore, dietary supplementation with both MPL and SBPL is beneficial for growth promotion of juvenile tiger puffer.</p> <p>Fourth part of the research was conducted to determine the effects of four fractions from mussel extracts on the growth of juvenile tiger puffer (initial 13.61g). Fish were provided with five diets containing same level (0.5%) of mussel residue, TCA soluble fraction, polar and neutral lipid fractions from mussel extracts. As a conclusion, mussel extracts are beneficial on growth promotion for juvenile tiger puffer and it was found that a diet with mussel residue gave the highest growth for juvenile tiger puffer under the culture conditions applied.</p>	

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	キョウ・キョウ
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 越塩 俊介
	副査 鹿児島大学 教授 山本 淳
	副査 鹿児島大学 教授 藤井 信
	副査 鹿児島大学 教授 小山 次朗
	副査 鹿児島大学 准教授 侯 徳興
審査協力者	
題目	Effect of Dietary Blue Mussel and Its Extract on the Growth Performance of Marine Species (海産動物におけるムラサキイガイとその抽出物の効果に関する栄養学的研究)
<p>ムラサキイガイは、岸壁などに付着する性質を有し、発電施設でも配水管など多数付着することから定期的に除去されている。取り除いたイガイは焼却あるいは埋設廃棄されているが、処理コストの低減や資源の節約のため、有効利用が望まれている。本研究は、ムラサキイガイの配合飼料素材としての適性評価と有効利用のための至適添加量の検討を行っている。</p> <p>まず、ムラサキイガイ乾燥粉末を用いて、低魚粉飼料を摂取したトラフグの成長改善効果を検討し、魚粉と分離大豆タンパク（SPI）を主体とした試験飼料では、イガイ粉末を2.7～5.3%添加することによって低魚粉飼料（魚粉添加量27～28.5%，SPI添加量27%）でも魚粉単独飼料とほぼ同等の成長を得られることが明らかにしている。</p> <p>次にムラサキイガイを不溶性残渣、トリクロロ酢酸可溶水溶性画分、極性脂質および中性脂質画分に分画し、クルマエビおよびヒラメに対するイガイ極性脂質（MPL）の至適添加量についての検討を行っている。</p>	

まず、クルマエビ稚エビ (0.32g) では、MPL 添加量を 6 段階に変えた試験飼料 (0%, 0.3%, 0.6%, 0.9%, 1.2% および 1.5%) で飼育し、イガイ極性脂質はクルマエビの成長を改善し、その至適添加量は 1.2% であることを明らかにしている。次にヒラメ稚魚 (0.73g) を用いて、MPL の至適添加量を調べ、MPL はクルマエビと同様に成長改善効果を示し、至適添加量も 1.2% であることを明らかにしている。

また、配合飼料に PL 源として多く使用されている大豆極性脂質 (SBPL) と MPL の最適配合量を明らかにするために、2 段階の MPL 添加量 (0%, 1.2%) と 3 段階の SBPL 添加量 (0%, 1.2%, 2.4%) で 6 種類の試験飼料を作製し、トラフグ稚魚 (1.85g) を用いて、飼育試験を行なっている。試験の結果、MPL および SBPL 添加はトラフグの成長を有意に改善し、増重、日間成長率および摂餌量に両 PL の交互作用がみられることを示している。また、トラフグ稚魚に対する MPL と SBPL の至適添加組み合わせは、1.2% : 1.2% であることを明らかにしている。

最後にトラフグに対するイガイ中の機能性画分を明らかにするために、イガイ粉末を水溶性画分 (トリクロロ酢酸可溶性画分)、中性脂質画分、極性脂質画分および不溶性画分 (抽出残渣) に分離しトラフグの成長に対する効果を検討している。それぞれの画分を 0.5% 添加した飼料をトラフグ稚魚 (13.61g) に給餌した結果、トラフグの成長に対しては不溶性画分が最も高い効果を示すことが明らかにしている。

本研究は、養魚飼料におけるムラサキイガイ抽出物の有効性を明らかにしており、その結果は養殖用配合飼料に応用可能なものである。これらの知見は、未利用天然素材を用いた持続的水産養殖の発展に大きく寄与するものと期待できる。

以上の理由から、本論文は博士(水産学)の学位論文として価値を十分満たしていると考えられる。

最終試験結果の要旨	
学位申請者 氏名	キョウ・キョウ
審査委員	主査 鹿児島大学 教授 越塩 俊介
	副査 鹿児島大学 教授 山本 淳
	副査 鹿児島大学 教授 藤井 信
	副査 鹿児島大学 教授 小山 次朗
	副査 鹿児島大学 准教授 侯 徳興
審査協力者	
実施年月日	平成22年 1月 19日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) (口答)・筆答	
<p>主査及び副査は、平成22年1月19日の公開審査会において学位申請者に対して、学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることができた。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者キョウ・キョウが博士（水産学）の学位を受けるに必要な十分の学力ならびに識見を有すると認めた。</p>	

学位申請者
氏名

キョウ・キョウ

[質問1] ムラサキイガイは沿岸域に生息しているため、その抽出物は有害物質の生体濃縮など環境汚染の影響を受ける可能性はないか。

[回答1] 今回使用したイガイは、発電所付近に生息していたもので周辺環境のモニタリングもしており環境汚染の影響は低いと考えている。

[質問2] 環境中の汚染物質が少量でも生体濃縮の可能性はあるのではないか。

[回答2] 今回は生体内の重金属等の汚染物質は測定していない。本研究では、試験動物に肝臓肥大や成長異常などが観察されなかったため影響は少ないと考えている。今後別の地域のイガイを使用する場合は、測定したい。

[質問3] イガイリン脂質の有効成分は何か。

[回答3] 主にフォスファチジルコリン(PC)と考えられる。添加量が増えるにつれ飼料中のPCが増加し、成長も向上している。PCについては、魚類や甲殻類で成長改善の効果が報告されている。

[質問4] トラフグで各種イガイ抽出物の効果を調べているが、残渣が最も良い効果を示している。イガイ残渣の成分は何か。

[回答4] タンパク質と不溶性繊維と考えられる。

[質問5] トラフグでイガイ残渣の結果が良かったのは、他の飼料のタンパク質量が不足していたためタンパク質の効果が出たと考えてよいのか。

[回答5] 主にタンパク質であるが、繊維成分なども含めた複合的なものと考えている。他魚種でも確認が必要である。

[質問6] イガイの重金属蓄積について確認が必要である。消費者は、食品の安全性には大きく関心を持っているので、食品に使用する場合には、イガイ中の重金属含量等は調べておくべきである。

[回答6] 今後は測定したい。

[質問7] 常に試験飼料と対照飼料を比較しているが、対照飼料は養魚用の市販飼料とおなじ組成と考えていいのか。イガイを使用する利点は何か。

[回答7] 配合飼料の主原料は魚粉であり、値段が高騰している。イガイは配管の洗浄等で豊富に入手可能で魚粉の一部を代替できればよいと考えている。

[質問8] ムラサキイガイにはどのような成分が含まれているのか。

[回答8] 今回は、不溶性タンパク質画分、極性脂質画分、TCA可溶画分、中性脂質画分に分け研究を行った。

[質問9] ムラサキイガイは青い色素を有しているのか。

[回答9] 殻には色が付いているが剥き身は、オレンジまたは白色で色素は有していないと考えられる。

[質問10] 摂餌量はどう測定したのか。

[回答10] 投餌量から残餌量を差し引いて算出した。

学位申請者 氏 名	キョウ・キョウ
<p>[質問 1 1] ムラサキイガイを添加した場合の成長への影響を調べているが、肉質などへの影響はどうか。栄養成分には違いはみられたのか。</p> <p>[回答 1 1] 今回は成長についてのみについて検討したが、品質への影響は興味深い課題である。体化学成分や脂肪酸組成については大きな違いはみられなかった。</p>	