

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	モサ サンジダ スルタナ
題 目	海産魚における焼酎粕の栄養学的利用に関する研究 (STUDY ON NUTRITIONAL EVALUATION OF DIETARY SHOCHU DISTILLERY BY-PRODUCT FOR MARINE FISH)
<p>養殖業生産量の上昇に伴い、養魚飼料の生産も急激に増加しつつある。しかし、養魚飼料の主要タンパク質源である魚粉は入手が困難となり、近い将来その状況が改善する兆しはない。そのため、養魚飼料業界でも安価で環境に優しい魚粉代替素材の検索が試みられている。</p> <p>サツマイモ焼酎粕は、ブロイラーに対し成長促進効果を示すブトキシブチルアルコールを含有することが知られている。また、焼酎粕にはポリフェノール、ビタミン C、ビタミン E などの機能性物質を多く含むことが明らかにされている。陸上動物に対する焼酎粕の効果は多く報告されているが魚類に対する報告は少ない。本研究は、魚粉低減飼料を摂取したマダイ及びヒラメに対する焼酎粕の添加効果を明らかにするために行った。</p> <p>最初の 2 つの飼育実験はヒラメ稚魚を用いて実施した。実験 1 では、焼酎粕を 0%、4%、8%及び 14%添加した試験飼料を用い、実験 2 では 0%、20%、25%及び 30%焼酎粕添加区を設けた。30%添加区は無魚粉飼料となった。実験 1 では、統計的有意差はみられなかったものの焼酎粕添加量が増加するにつれて、成長も高くなる傾向がみられた。実験 2 では焼酎粕添加により有意に成長が改善された。飼料転換効率、体内の酸化状態、免疫応答性、脂肪酸組成及び血液性状は焼酎粕添加量により影響を受けていた。また、無魚粉飼料区でも、魚粉主体の対照飼料とほぼ同等の成長を示すことを明らかにした。</p> <p>実験 3 では、焼酎粕 0%、4%、14%及び 16%添加飼料を用いて、マダイ稚魚に対する焼酎粕の添加効果を調べた。焼酎粕添加量が増加するにつれて成長も高くなる傾向がみられたが、試験区間に有意な差はみられなかった。実験 4 では、焼酎粕 0%、2%、16%、20%、焼酎粕 2%+オキアミ粉末+イカ粉末、16%+オキアミ粉末+イカ粉末を用いた。焼酎粕添加量の低い試験区では成長も低くなる傾向がみられたが、添加量の高い試験区は対照区とほぼ同様の成長を示した。</p> <p>本研究の結果、焼酎粕が持続的養殖に適した機能的な養魚飼料素材として適していることが明らかにされた。また、従来困難とされていた無魚粉飼料を用いた飼育においても、焼酎粕とオキアミ粉末やイカ粉末などの素材を併用することにより、魚粉主体飼料とほぼ同等の成長を得られることを明らかにした。</p> <p>本研究で明らかにされた焼酎粕の養魚飼料素材としての利用性は、高品質で健康な養殖魚の育成を目的とした安価で環境負荷の低い配合飼料の開発に大いに貢献するものと考えられる。</p>	

学 位 論 文 要 旨	
氏 名	<b>MOSA SANZIDA SULTANA</b>
題 目	<b>STUDY ON NUTRITIONAL EVALUATION OF DIETARY SHOCHU DISTILLERY BY-PRODUCT FOR MARINE FISH</b> (海産魚における焼酎粕の栄養学的利用に関する研究)
<p>The expansion of aquaculture production has been accompanied by rapid growth of aquafeed productions. On the other hand, the availability of fishmeal, which is a major protein source in aquafeeds, has decreased and this situation is not expected to improve in the near future. Thus, the challenge facing the aquaculture industry is to identify economically viable and environmental-friendly alternatives to fishmeal. It was already investigated that sweet potato SDBP contains a growth promoting factor butoxy butyl alcohol (BBA) which is active in broiler chicken. On the other hand SDBP also contains large amounts of functional ingredients such as polyphenols, vitamin C and E. Several studies have reported about the effect of SDBP on land animals. Thus the research was conducted to evaluate the effect and efficacy on dietary supplement of SDBP for reducing dietary FM contents in Japanese flounder and red sea bream diets with cost-effective and environment friendly approaches.</p> <p>We conducted four experiments in whole tenure. First and second experiment was conducted by using Japanese flounder and third and fourth experiment was conducted by using red sea bream.</p> <p>In first and second experiment we used 0, 4, 8, 14% SDBP and 0, 20, 25, 30% of SDBP and again 30% SDBP by replacing fishmeal completely (non-FM) respectively. After 56 days later the result demonstrated that growth performance was not significantly differ among the groups but increased with increasing level of dietary SDBP incase of first experiment but growth performance was significantly affected in experiment second. Feed utilization, oxidative condition, immune response, fatty acid contents and blood parameters were positively affected by SDBP. Even non-fishmeal group showed the similar trend like fishmeal based control group.</p> <p>In third and fourth experiment we used 0, 4, 14%, 16% SDBP (non-FM) and 0, 2%, 2%+ krill+squid meal, 16%, 16%+krill+squid meal, 20% SDBP by replacing fish meal partially and completely (non-FM). Growth performance was not significantly affected by SDBP in third experiment but increased with increasing the level. But lower level of SDBP showed significantly lower growth performance than control but higher level showed the similar trend like control in fourth experiment. Other parameters followed the similar trend like experiment one and two.</p> <p>The overall findings of the research suggest that dietary SDBP could be suitable and promising candidate to develop the functional aquafeeds for sustainable aquaculture. It also revealed that 100% fishmeal protein could be replace by SDBP with some crude ingredients without any adverse effect on growth, feed utilization and health of juvenile Japanese flounder and juvenile red sea bream. Since it was found in this study that SDBP could be a potential functional additive in aquafeeds, this would encourage feed manufacturers to utilize SDBP for producing healthy and high quality cultured fish in cost effective manner.</p>	

## 学位論文審査結果の要旨

学位申請者 氏 名	モサ サンジダ スルタナ
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 門脇 秀策
	副査 鹿児島 大学 教授 侯 徳興
	副査 鹿児島 大学 准教授 石川 学
審査協力者	
題 目	<b>Study on Nutritional Evaluation of Dietary Shochu Distillery By-Product for Marine Fish</b> (海産魚における焼酎粕の栄養学的利用に関する研究)
<p>世界的な養殖生産量の増加に伴い、養殖に使用する養魚飼料の生産も急激に増えつつある。養魚飼料の主要タンパク質源である良質な魚粉は、供給が不安定で価格も高騰しており、その状況が改善する兆しは見えない。そのため、安価で環境負荷の低い魚粉代替飼料素材の検索が試みられている。芋焼酎生産時に生じる焼酎粕は、ブロイラーに対して成長促進効果が報告されているブトキシブチルアルコールを含有し、その他にもポリフェノール、ビタミンC、ビタミンEなどの機能性物質を多く含むことが知られている。これまで、陸上動物に対する焼酎粕の添加効果は多く報告されているが、魚類について研究した例は少ない。本研究は、魚粉低減飼料に対する焼酎粕の添加効果を明らかにするために、マダイ及びヒラメを用いて、成長、体化学成分組成及び血液化学性状に及ぼす影響を調べている。</p> <p>最初の2つの飼育実験はヒラメ稚魚を用いて実施し、実験1では、焼酎粕を4%、8%及び14%添加した試験飼料を用い、実験2では焼酎粕を20%、25%及び30%添加した試験飼料を用いている。実験2では、魚粉を大豆粕、オキアミ粉末、イカ粉末で代替した無魚粉飼料での焼酎粕(30%添加)の添加効果も調べている。実験1では、統計的有意</p>	

差はみられなかったものの焼酎粕添加量が増加するにつれて、ヒラメの成長も高くなる傾向を確認している。また、実験 2 では魚粉添加量を減らしても、焼酎粕添加により成長が有意に改善されることを明らかにした。さらに、焼酎粕添加量が飼料転換効率、免疫応答性、脂肪酸組成、血液性状及び体内チオバルビツール酸反応物量に影響を与えることを示唆している。また、無魚粉飼料区でも、焼酎粕添加により魚粉主体の対照飼料とほぼ同等の成長を示すことを明らかにしている。

実験 3 では、焼酎粕 0%、4%、14%及び 16%添加飼料を用いて、マダイ稚魚に対する焼酎粕の添加効果を調べている。マダイ稚魚では、焼酎粕添加量が増加するにつれて成長も高くなる傾向がみられたが、試験区間に有意な差は確認されなかった。実験 4 では、魚粉の 50%を大豆粕に代替した飼料に焼酎粕をそれぞれ 2%、16%及び 20%添加した飼料を作製し、マダイ稚魚の成長に及ぼす影響を調べている。その結果、焼酎粕を 20%添加した場合、魚粉単独飼料とほぼ同様の成長を示すことを明らかにした。

本研究の結果、焼酎粕は低魚粉飼料を用いた際に生じる成長や健康状態の改善に効果を示すことが明らかとなり、魚粉代替飼料の飼料素材として有望であることを示した。また、従来困難とされていた無魚粉飼料を用いた飼育においても、焼酎粕とオキアミ粉末やイカ粉末などの素材を併用することにより、魚粉主体飼料とほぼ同等の成長を得られることを明らかにしている。

本研究で明らかにされた焼酎粕の養魚飼料素材としての利用性は、高品質で健康な養殖魚の育成を目的とした安価で環境負荷の低い養魚用配合飼料の開発に大いに貢献するものと考えられる。

以上の理由から、本論文は博士(農学)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	モサ サンジダ スルタナ
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 門脇 秀策
	副査 鹿児島大学 教授 侯 徳興
	副査 鹿児島大学 准教授 石川 学
審査協力者	
実施年月日	平成25年 1月 30日
試験方法 (該当のものを○で囲むこと。) <span style="float: right;">(口答)・筆答</span>	
<p>主査及び副査は、平成25年1月30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モサ サンジダ スルタナが博士（農学）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

モサ サンジダ スルタナ

[質問 1] 血漿の殺菌活性を測定しているが、結果の表記方法が文献と異なる。どのような操作を行ったのか。対照区に対するパーセンテージで表すべきである。

[回答 1] パーセント表記でも作成しているが、対照飼料を100%とした時の各飼料の割合で算出していた。修正したい。

[質問 2]  $\alpha$ -セルロースの添加量が0.5%と低い飼料もあるがなぜか。

[回答 2]  $\alpha$ -セルロースは、重量調整のため使用している。

[質問 3] SDBP添加によって成長が改善された理由はなにか。

[回答 3] SDBP中には、ポリフェノール、ビタミンE, ビタミンC, 脂肪酸, アミノ酸等が含まれている。これらが、成長に影響したものと考えられるが、今後さらなる研究が必要である。

[質問 4] 魚体中のリンと窒素量を測定しているが、環境負荷について言及するためには、リンおよび窒素の摂取量と蓄積量から排泄量を求めるべきである。

[回答 4] 排泄量を算出して、論文に追加したい。

[質問 5] 対照飼料で、大豆粕を使用せずに小麦粉を使用した理由はなにか。

[回答 5] 大豆粕による魚粉代替時のSDBP添加効果を調べるために、対照飼料は魚粉のみを使用した。小麦粉は炭水化物量とエネルギー量の調整のため使用した。

[質問 6] 魚の成長を改善した主要因子は何か。

[回答 6] ポリフェノール, ビタミンE, ビタミンC, 脂肪酸, アミノ酸等が考えられるが、焼酎製造時に使用したAspergillusも陸上動物では成長改善効果が報告されている。

[質問 7] マダイとヒラメでSDBP添加が血中TG量に与える効果が異なるのは、添加効果が魚種によって異なるためであると考えてよいのか。

[回答 7] 飼育条件等も影響していると考えますが、魚種による違いもあると思われる。

[質問 8] マダイを用いた実験では、対照区のGOT量が最も高くSDBP添加により低下する傾向がみられるが、対照区のGOTレベルは正常範囲なのか異常値なのかどちらであるか。

[回答 8] 魚類のGOTの正常値に関する知見は少ないが、対照区も正常範囲であると思われる。

[質問 9] SDBPには脂肪酸も含まれるが、どのような脂肪酸が含まれているのか。また、その化学形態はどのようなものであるか。

[回答 9] リノレン酸やDHAが含まれていることが報告されている。化学形態については、資料が無く不明である。

[質問 10] SDBPは酸性であるが、飼料のpHはどうか。

[回答 10] pH試験紙で確認したが、飼料のpHはほぼ中性であった。

[質問 11] 飼料中の遊離アミノ酸量が高くても摂餌量に変化が見られないのはなぜか。

[回答 11] 摂餌を誘因するようなアミノ酸が不足していた可能性もあるので、今後

No. 2

学位申請者  
氏名

モサ サンジダ スルタナ

検討する必要がある。

[質問 1 2] 今回使用したSDBPは、液体状であるが固形状の物との違いは何か。  
もしSDBPを乾燥した場合、効果に違いがみられると考えるか。

[回答 1 2] 加熱操作により、分解する機能性物質があると考えられるので、  
乾燥物では添加効果は低くなるのではないかと考える。