

学 位 論 文 要 旨

氏 名	ミルナ N. バウティスタ-テルエル
題 目	<p style="text-align: center;">フィリピンで養殖される成長段階が異なるアワビとウシエビについての栄養学的研究 (Nutritional Studies on the Different Life Stages of Cultured Abalone, <i>Haliotis asinina</i> Linne and Prawn, <i>Penaeus monodon</i> Fabricius in the Philippines)</p>
<p>フィリピンで特に養殖対象種として重要なアワビとウシエビについて、異なる生活ステージにおける栄養要求と給餌についての研究を行った。アワビ研究では、配合飼料の開発を目的とした、たんぱく質/エネルギー比、たんぱく質源及び繁殖に関して焦点を絞った。一方、ウシエビ研究では、配合飼料の品質評価、特に、酸化指標を中心に実験室及び大規模レベルの実験を行った。</p> <p>1、アワビの栄養要求に関する研究</p> <p>1-1、たんぱく質/エネルギー比の影響：たんぱく質とエネルギーに関して、生物学的及び物理的評価を行い、アワビの要求量を求めた結果、27%のたんぱく質、5%の脂質、40%の炭水化物を含み、代謝エネルギー量が 3150kcal/kg 備えた飼料が最適であることが判明した。</p> <p>1-2、動物、植物たんぱく質源の検索：アワビ配合飼料中に配合されるべき適正たんぱく質源を決定する目的で、各種たんぱく質源を試験した結果、アワビは草食性の性質を備えているにもかかわらず、植物由来たんぱく質と動物由来たんぱく質両方を組み合わせた飼料を投与すると最も成長が速いことが判明した。</p> <p>1-3、親魚飼料の開発：成熟期をむかえたアワビの栄養要求が不明なため、適正な配合飼料の開発が遅れている。したがって、成熟、産卵に必要な栄養成分を解明する目的で実験を行った。海藻及び配合飼料投与区と比較したところ、産卵数や孵化率においては、海藻と配合飼料を併用投与した試験区で最も良好であった。また、産卵成績を詳細に分析した結果、卵巣成熟促進や産卵率向上には、たんぱく質、脂質、高度不飽和脂肪酸が重要な役割を担っており、これらの適正な組み合わせが重要であることが判明した。</p> <p>2、ウシエビの栄養要求に関する研究</p> <p>2-1、ウシエビ幼生に対するカラゲナン微粒子飼料投与の影響：幼生期における微粒子飼料開発の目的で、カラゲナンをバインダーとして微粒子飼料を作成し、ウシエビ幼生に投与した。たんぱく質、脂質及び必須脂肪酸類の飼料中への添加量が予想された量よりも少なめでもポストラーバへの変態率、生残率、発育率が良好であったことから、このような飼料が従来使われている生物餌料の一部あるいは全代替飼料として利用できることが本研究から示唆された。</p> <p>2-2、微粒子飼料を用いた大規模レベルのウシエビの生産：実際に、微粒子飼料が現場で使用できるかを検証するため、大規模レベルの種苗生産を生物餌料と配合微粒子飼料とを併用投与することによって、遂行した。ポストラーバ生産量は、微粒子飼料中の栄養成分に大きく影響を受け、併用投与した場合は、水質及び給餌技術を向上されることによって、大規模レベル種苗生産が可能であることが示唆された。</p> <p>2-3、ウシエビ育成用飼料の品質評価及び原料の品質評価：野外聞き込み調査と飼育実験を行い、フィリピン市場での飼料の品質評価と原料の品質評価を行った。多くの飼料と原料にはアフラトキシンが 40 マイクログラム以下含まれており、この値は許容範囲内であった。また、チオバルビツール酸を 1262mg 含む飼料を 6・8 週間投与するとエビに対して物理的なダメージを引き起こすことが判明した。</p> <p>2-4、ウシエビ稚エビに対する豆ミールの栄養価：飼料中のたんぱく質源として魚粉が広く使われているが、環境保全、資源量不足による価格高騰などの理由から植物由来たんぱく質の有効利用が世界的な重要課題となっている。そこで大豆油粕が多く使われるようになったが、供給不足、価格高騰によりさらなる原料の検索が急務である。そこで、本研究では安価で供給量が保証される豆ミールに注目し、その有効性について検討した。大豆油粕の代替原料として豆ミールを試験したところ、含有量 42%までは、成長率、摂餌量、飼料転換効率、生残率、エビ体組成及び消化吸収率には悪影響を与えないことが判明し、豆ミールが大豆油粕の代替原料として十分利用可能であることがわかった。</p>	

学 位 論 文 要 旨

氏 名	Myrna N. Bautista-Teruel
題 目	Nutritional Studies on the Different Life Stages of Cultured Abalone, <i>Haliotis asinina</i> Linne and Prawn, <i>Penaeus monodon</i> Fabricius in the Philippines (フィリピンで養殖される成長段階が異なるアワビとウシエビについての栄養学的研究)
<p>Nutrition and feeding studies were conducted on the various life stages of abalone and prawn. Abalone studies were focused on diet development and feed evaluation with emphasis on protein/energy levels, protein sources, and reproductive performance. Prawn studies were centered on the quality assessment of prawn feeds and feed ingredients focusing more on the levels of thiobarbituric acid, antioxidant, and aflatoxin. Prawn larval diet was formulated and evaluated for use both in small and large scale hatcheries.</p> <p>I. Abalone Studies</p> <p>1. Protein/energy levels: Biological and physical evaluation were done in order to assess the requirement of the abalones for these nutrients. A basal diet containing 27% protein, 5% lipid and 40% carbohydrates with an energy value of 3150 kcal/kg ME is best for <i>H. asinina</i>.</p> <p>2. Animal and Plant Protein Sources: The suitability of animal and plant protein sources in <i>H. asinina</i> diet was assessed. Despite the herbivorous nature of abalone, a combination of dietary plant and animal protein sources in its basal diet is best for fast growth rate.</p> <p>3. Broodstock diet: Hatchery-bred <i>H. asinina</i>, broodstock were given diets consisting seaweed and an artificial diet. The mean instantaneous fecundity and percent hatching rates were significantly higher in abalone fed the combined feeds. A higher amount of essential nutrients in the artificial diet such as protein, lipid and the highly unsaturated fatty acids in abalone fed combined feeds may have influenced the increased reproductive performance.</p> <p>II. Prawn Studies</p> <p>1. K-carrageenan microbound diet for the prawn larvae: The performance of formulated kappa-carrageenan microbound diet (C-MBD) was assessed on <i>P. monodon</i> larvae. The low levels of protein, lipid, and essential fatty acids contained in the commercial diet may well justify the results on metamorphosis, survival and growth of the larvae fed this diet. The good performance of C-MBD in this experiment suggests that this kind of diet can be used as partial or total replacement to the traditional algal food.</p> <p>2. K-carrageenan microbound diet for large-scale production: Natural food in combination with either SEAFDEC formulated or other commercial larvae diets was tested for large scale production of <i>P. monodon</i> post-larvae. Results showed that larvae performance was affected by the nutrient composition of the diets and that by using proper feeding techniques and management of water quality, large-scale hatchery production of <i>Penaeus monodon</i> using natural food in combination with SEAFDEC diet or PS is possible.</p> <p>3. Quality assessment of prawn feeds and feed ingredients: Field surveys and a feeding trial were conducted to assess the quality of shrimp feeds and feed ingredients in the Philippine market. Survey results of commercial prawn feed and feed ingredients in the Philippine market showed that 92% contained 40µg aflatoxin B₁/kg and below indicating an acceptable though narrow margin of safety for the end users. The feed that contained 1262 mg thiobarbituric acid mal/kg diet showed signs of physical deterioration after 6-8 weeks.</p> <p>4. Feed pea meal as feed ingredient for <i>P. monodon</i> juveniles: The potential of feed pea meal as an alternative protein source to soybean meal in practical diets was assessed. An inclusion level of up to 42% in <i>P. monodon</i> practical diet did not manifest any adverse effects on growth, feed intake, FCR, survival, body composition and digestibility coefficients for dry matter and protein of the animal.</p>	

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	Myrna N. Bautista-Teruel
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 田 中 淑 人
	副査 鹿児島大学 教授 林 國 興
	副査 鹿児島大学 教授 門 脇 秀 策
	副査 鹿児島大学 教授 山 本 淳
審査協力者	
題 目	Nutritional Studies on the Different Life Stages of Cultured Abalone, <i>Haliotis asinina</i> Linne and Prawn, <i>Penaeus monodon</i> Fabricius in the Philippines (フィリピンで養殖される成長段階が異なるアワビとウシエビについての栄養学的研究)
<p>本研究は、フィリピンにおける重要な養殖対象種であるアワビとウシエビの異なる成長段階における栄養要求と給餌について明らかにしたものである。</p> <p>配合飼料の開発が望まれているアワビに関しては、飼料タンパク質/エネルギー比、飼料タンパク質源及び繁殖用飼料の検討を行っている。その結果、タンパク質 27%、脂質 5%および炭水化物 40%を含み、代謝エネルギー量が 3150kcal/kg 備えた飼料が最適であることを明らかにした。また、アワビは草食性の性質を備えているにもかかわらず、植物由来たんぱく質と動物由来たんぱく質両方を組み合わせた飼料を投与すると最も成長が速いことが判明した。母貝の産卵数や卵の孵化率をもとに繁殖用飼料について検討した結果、卵巣成熟促進や産卵率向上には、タンパク質、脂質、高度不飽和脂肪酸が重要な役割を担っており、これらの適正な組み合わせが重要であることが判明した。</p> <p>次に、ウシエビの栄養要求に関する研究では、幼生期の配合飼料の開発と大規模種苗生産への応用、配合飼料及び飼料原料に含まれるアフラトキシン量やチオバルビツール酸量を基準にした飼料と原料の品質評価とウシエビへの影響および市場価格が高騰し</p>	

ている魚粉と大豆油粕に代わる原料として期待される豆ミールのウシエビ稚エビに対する栄養価を検討した。その結果、カラゲナンをバインダーとした微粒子飼料により、ウシエビ幼生は良好な生残率、成長率及びポストラーバへの変態率を示し、微粒子飼料を用いて生物餌料の一部または全ての代替が可能であることが示唆された。また、作成した微粒子飼料と生物餌料を併用することによって、水質管理と給餌技術の改善が必要ではあるが、大規模レベル種苗生産に応用可能であることが示唆された

次に、フィリピンの養殖現場の聞き取り調査と飼育実験により、フィリピン市場での飼料の品質評価と原料の品質評価を行っている。その結果、フィリピンで使用されている多くの飼料と原料にはアフラトキシンが40マイクログラム以下含まれているが、この値はウシエビに対して影響を与えない許容範囲内であることを明らかにした。また、チオバルビツール酸を1262mg含む飼料を6～8週間投与するとエビに対して物理的なダメージを引き起こすことを明らかにした。次に、飼料中のタンパク質源として広く使われている魚粉と魚粉の代替原料として使用されるようになった大豆油粕が、両者とも供給不足と価格高騰の問題を抱えていることから、安価で供給量が保証される豆ミールに注目し、ウシエビ稚エビに対する有効性について検討している。大豆油粕の代替原料として豆ミールを試験したところ、含有量42%までは、成長率、摂餌量、飼料転換効率、生残率、エビ体組成及び消化吸収率には悪影響を与えないことが判明し、豆ミールが大豆油粕の代替原料として十分利用可能であることがわかった。

本研究により得られた知見は、フィリピンにおける水産養殖にとって有益な情報であり、基礎知見だけでなく養殖にそのまま応用できる知見も含まれている。

以上の理由から、本論文は博士（水産学）の学位論文としての価値を十分満たしている。

学力確認結果の要旨	
学位申請者 氏 名	Myrna N. Bautista-Teruel.
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 田 中 淑 人
	副査 鹿児島大学 教授 林 國 興
	副査 鹿児島大学 教授 門 脇 秀 策
	副査 鹿児島大学 教授 山 本 淳
審査協力者	
実施年月日	平成20年 1月15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20年 1月15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、関連事項について質疑を行った。別紙のような質疑応答がなされ、いずれの質疑に対しても、満足できる回答を得ることができた。また、口答により外国語(英語)の学力を確認した。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者 Myrna N. Bautista-Teruel が大学院博士課程修了者と同等以上の学力ならびに識見を有するものと認め、博士(水産学)の学位を与えるに十分な資格を有するものと認めた。</p>	

学位申請者 氏 名	Myrna N. Bautista-Teruel
<p>(質問1) フィリピンではアワビの生物餌料としてどのような海藻が使用されているのか。</p> <p>(回答1) 海藻の <i>Gracillioopsis</i> sp. がよく使用されている。</p> <p>(質問2) 今回使用した動物性タンパク質源が植物性タンパク質に比べて優れている点は、メチオニン含量であるが、アワビの必須アミノ酸はわかっているのか。</p> <p>(回答2) まだ明らかにされていないが、他の甲殻類や魚類と同様だと考えられる。</p> <p>(質問3) ウシエビの飼料として、カラゲナン微粒子飼料が優れているのは、DHAおよびEPA含量が高いためと考えてよいのか。DHAおよびEPA源はなにか。</p> <p>(回答3) 脂質源としてツナ油を使用し、魚粉およびエビミールにも含まれている。</p> <p>(質問4) 生物餌料と配合飼料を摂取したアワビ幼生に違いは見られたか。</p> <p>(回答4) 筋肉には違いはみられなかったが、配合飼料を摂取したアワビの殻の色が生物餌料に比べて青みがかった。</p> <p>(質問5) ウシエビの消化吸収率を測定しているが、どのように測定したか。</p> <p>(回答5) 酸化クロムを1%添加した飼料をエビに与え、排泄された糞を採取し糞中の酸化クロム量を測定した。</p> <p>(質問6) アフラトキシンはどう測定したのか。検出は容易であるか。</p> <p>(回答6) HPTLCを用いて測定した。容易に検出できる。</p> <p>(質問7) 酸化防止剤の価格はどうか。</p> <p>(回答7) 価格は高いが、ごく少量で効果は見られるのでコスト的に見合うと考えられる。</p> <p>(質問8) アワビの至適タンパク含量を、増重をもとにbroken-line regression で求めているが、生物学的反応であるのでミカエリスメンテンの式を用いて算出したほうがよいのではないか。</p> <p>(回答8) 栄養学の分野ではbroken-line regressionを使用することが多い。また、この研究では増重が右上がりであるので直線で近似した。</p> <p>(質問9) ウシエビ幼生の成長段階(ゾエア、ミス、PL)ごとの栄養要求は、求めることができるか。</p> <p>(回答9) 幼生期は変態が早く、成長段階ごとの測定は困難である。また、種苗生産でもゾエア1期よりPL1期まで同じ飼料を使用している。</p>	

学位申請者
氏 名

Myrna N. Bautista-Teruel

(質問 1 0) ウシエビの成長および生残と飼料TBA値の関係を調べているが、斃死エビの死因は観察したか。

(回答 1 0) 目立った症状はみられなかったが、栄養素のインバランスと脱皮時のストレスが原因と考えられる。

(質問 1 1) アフラトキシンB1はエビ体内に蓄積するのか。

(回答 1 1) 摂取したアフラトキシンB1は、体内に残留していると考えられる。

(質問 1 2) 親アワビ用飼料の研究で3種類の飼料を比較しているが、飼料1は生残率が高いが成長は他の2飼料に比べて成長が劣っている。親用飼料としてはどちらが優れていると考えるか。また、水質による影響はないか。

(回答 1 2) 体重および殻長測定時にストレスで死亡する個体があり、生残率に影響しているため、成長が高い飼料2および3が優れていると考える。水質はモニターしており、大きな変動は見られなかった。