

機関番号：16401

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21780197

研究課題名(和文) 成長に関わる内分泌因子を指標とした養魚飼料の開発

研究課題名(英文) Development of fish feed using IGF-I as a indicator

研究代表者

深田 陽久 (FUKADA HARUHISA)

高知大学・教育研究部自然科学系・准教授

研究者番号：10380304

研究成果の概要(和文)：魚類の成長には、インスリン様成長因子-I型(IGF-I)が深く関わっている。そこで本研究では、非必須アミノ酸投与に対する IGF-I の応答を確認し、効果のあったアミノ酸の飼料への添加がブリ(*Seriola quinqueradiata*)の成長を促進するか確認した。その結果、Proline 投与によって IGF-I mRNA 量の増加が確認された。Proline を飼料に 1%または 3%添加をすることで、成長の改善傾向が認められ、飼育 6 週後の体重では Pro-3%添加区が Control 区に比べ有意に高い値を示した。ブリにおいて、IGF-I mRNA 量を指標として、成長効率を向上する飼料を開発した。

研究成果の概要(英文)：Insulin-like growth factor-I(IGF-I) plays important roles in fish growth. The response of IGF-I to non-essential amino acids were confirmed by injection. Only proline injection increased IGF-I mRNA levels in muscle of yellowtail. Furthermore, fish fed diet including 1% and 3% of proline indicated higher body weight compared to fish fed control diet. Those results indicated that better fish feed was developed using IGF-I as an indicator.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2010 年度	1,600,000	480,000	2,080,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,100,000	930,000	4,030,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：水産学・水産化学

キーワード：ブリ、飼料、成長因子、非必須アミノ酸、インスリン様成長因子-I

## 1. 研究開始当初の背景

① 近年、世界的に魚類はさらに重要な食糧(タンパク源)となりつつある。世界的な魚類養殖業の著しい増加と飼料となる魚類の資源量減少のため、飼料の主原料となる魚粉・魚油が慢性的に不足気味である。そこで、より少ない飼料でより成長が得られる「成長の高

効率化」が求められている。本研究の対象魚とするブリは、盛んに養殖されているにも関わらず、その成長に関する生理学的な研究がほとんどされていなかった。生産効率を高めるためには、基礎的な知見に基づいた生産方法が必要と考える。そこで、申請者らはこれまで成長に関わる成長因子(インスリ

ン様成長因子—I:IGF-I)を同定し、その変化を観察することを可能にした。成長因子は栄養条件(給餌量や飼料成分)に対して応答することが明らかになってきている。そのため、IGF-Iを指標にするという新たな手法で「成長の高効率化」を可能にする養魚飼料の開発を着想するに至った。

## 2. 研究の目的

養殖漁業を安定した産業として発展・継続させるためには、生理学の知見に基づいた飼料の開発が必要と考えられる。そこで、本研究では成長に関わる内分泌因子(IGF-I)を指標として、より成長効率の良い養魚飼料の開発を試みる。具体的には①最適な飼料中タンパク質含量の決定、②成長促進効果を有する非必須アミノ酸の検索、③有効なアミノ酸を添加した飼料による飼育試験(実証試験)である。

## 3. 研究の方法

- ① 本魚粉を主タンパク源とし、タンパク含量(CP)の異なる(40、50、60%)3種の餌を作製する。試験魚にはブリを用い、給餌は飽食で行う。飼育期間は6週間とし、2週間ごとに体重測定を行うとともに、肝臓を採取する。試験終了時に成長成績を求めるとともに、肝臓のIGF-I遺伝子発現量を real-time quantitative RT-PCR 法によって測定する。成長成績と成長因子の応答を基に飼料中の適正なタンパク含量を決定する。
- ② 水溶性の魚類非必須アミノ酸をブリ0歳魚の背部筋肉中に投与し、24時間後に背部筋肉の採取を行い、IGF-I 遺伝子発現量を測定する。
- ③ ①で得られた最適なタンパク質含量で②の試験においてIGF-I遺伝子発現量を上昇させたアミノ酸を飼料に添加し、飼育試験を行う。併せて背部筋肉中のIGF-I 遺伝子発現量を測定する。

## 4. 研究成果

- ① 成長試験において、試験終了時の魚体重はCP50区及びCP60区でCP40区に比べ高い値を示した(Fig. 1)。6週目のCP50区の平均体重はCP40区に対して有意に高かった。日間成長率はCP50区が3-6週間にCP40区と比べ有意に高い値を示し(Fig. 2)、飼料効率では0-3週においてCP60区がCP40区に比べ有意に高い値を示した(Fig. 3)。白筋におけるIGF-I mRNA量は、日間成長率と正の相関を示した( $R^2=0.537$ ) (Fig. 4)。

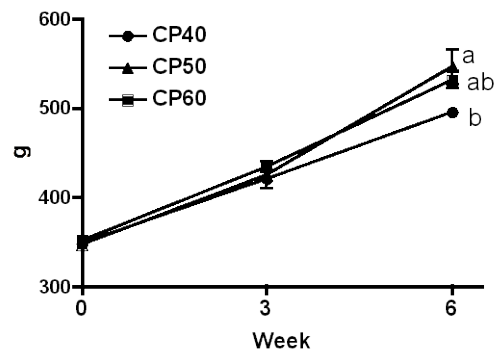


Fig. 1 Changes in fish body weight fed different crude protein level diets

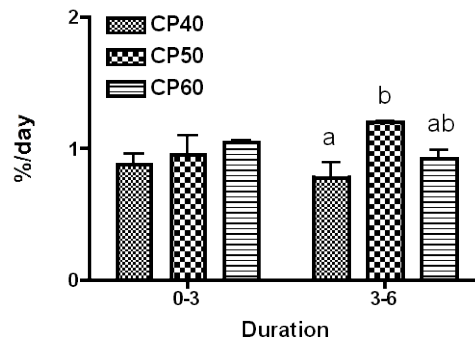


Fig. 2 Changes in specific growth rate fed different crude protein level diets

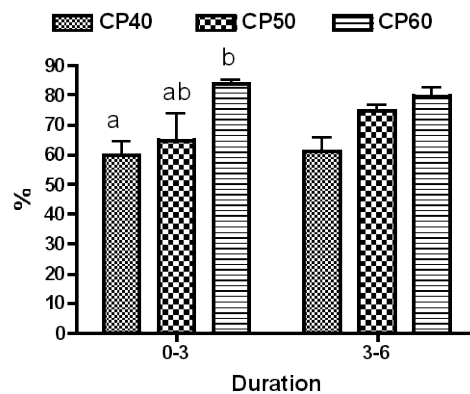


Fig. 3 Changes in feed efficiency fed different crude protein level diets.

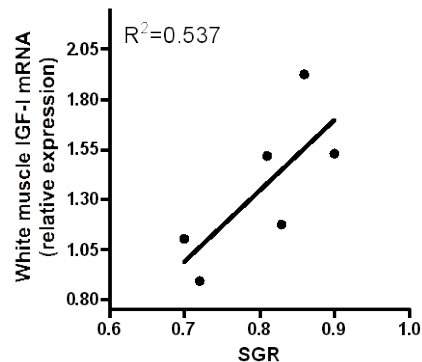


Fig. 4 Correlation between white muscle IGF-I mRNA levels and SGR.

- ② アミノ酸投与試験ではProline投与群のみ NaCl 投与（対照）群と比べ有意に IGF-I mRNA 量が増加した (Fig. 5)。

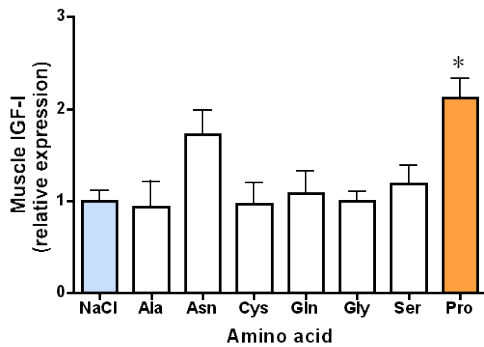


Fig. 5 Muscle IGF-I mRNA levels after amino acid injection.

- ③ 飼育試験では、3 週目以降の魚体重、日間成長率および飼料効率はProline 添加量に伴い増加する傾向がみられた。平均体重では、6 週間の飼育後、Pro-3%添加区が Control 区に比べ有意に高い値を示した (Fig. 6)。3 週目の日間成長率では、Proline 添加量に伴い増加する傾向がみられ (Fig. 7)、飼料効率では Pro-3%添加区が Control 区に比べ有意に高かった (Fig. 8)。背部筋肉の IGF-I mRNA 量は、成長成績と同様に Proline 添加量に伴い増加する傾向がみられ、3 週目の Pro-3% 添加区は他の試験区に比べ有意に高い値を示した (Fig. 9)。

ブリにおいて、背部筋肉 IGF-I 遺伝子発現量を指標とすることにより成長の効率を向上する飼料を開発した。

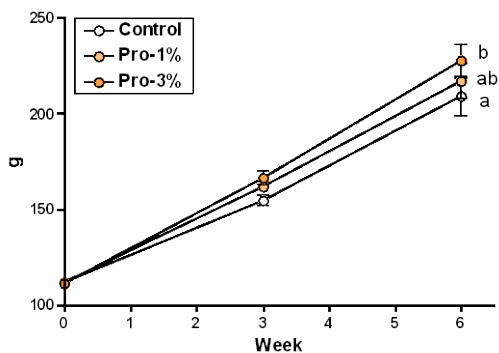


Fig. 6 Changes in fish body weight fed experimental diets.

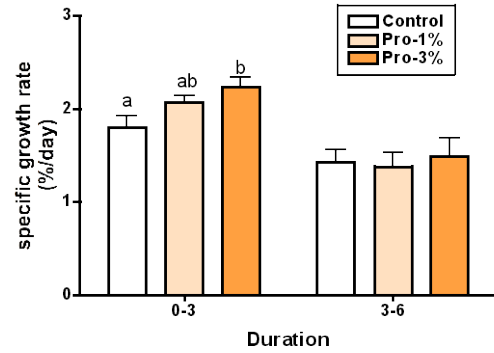


Fig. 7 Changes in SGR of yellowtail fed experimental diets.

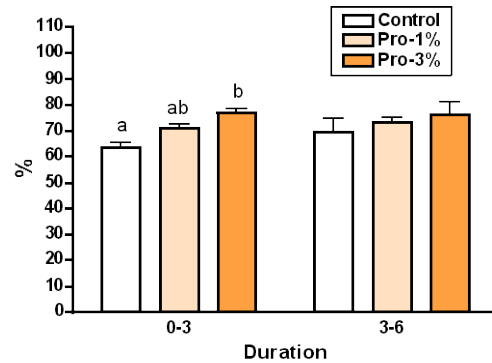


Fig. 8 Changes in feed efficiency.

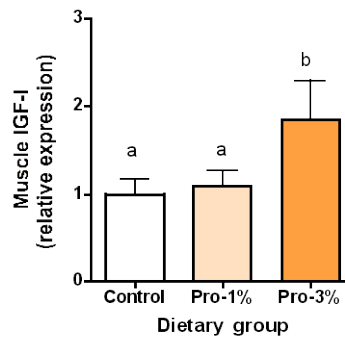


Fig. 9 IGF-I levels in white muscle of yellowtail fed experimental diets.

## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 1 件)

- ① Fiona Lasanas Pedroso, Haruhisa Fukada, Toshiro Masumoto, In vivo and In vitro effect of recombinant salmon growth hormone treatment on IGF-I and IGF-BPs in yellowtail *Seriola quinqueradiata*. Fisheries Science 75, 2009, 887-894. (査読あり)

[学会発表] (計 2 件)

- ① 深田陽久、インスリン様成長因子-I 型

を指標としたブリ用飼料開発の試み、日本水産学会、平成 2011 年 3 月 30 日、東京海洋大学（要旨集への掲載）

- ② 深田陽久、ブリーンスリン様成長因子-I(IGF-I)の栄養条件に対する応答、日本水産学会、2010 年 3 月 27 日、日本大学

〔図書〕（計 0 件）

〔産業財産権〕

○出願状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況（計 0 件）

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等  
なし

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

深田 陽久 (FUKADA HARUHISA)  
高知大学・教育研究部自然科学系・准教授  
研究者番号：10380304

### (2) 研究分担者

なし

### (3) 連携研究者

なし