

第9回ブリ類養殖振興勉強会
2023年8月30日（オンライン）

魚粉を減らしても成長の良い餌の開発に向けて

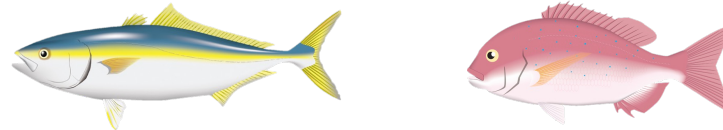


国立研究開発法人
水産研究・教育機構 水産技術研究所
生理機能部 飼餌料グループ

村下幸司

Topics

- **背景**
養魚用配合飼料中の魚粉削減の必要性について
- **低魚粉飼料の懸念点 - 改善に向けて**
摂餌性 や 消化性 の点から



魚類養殖

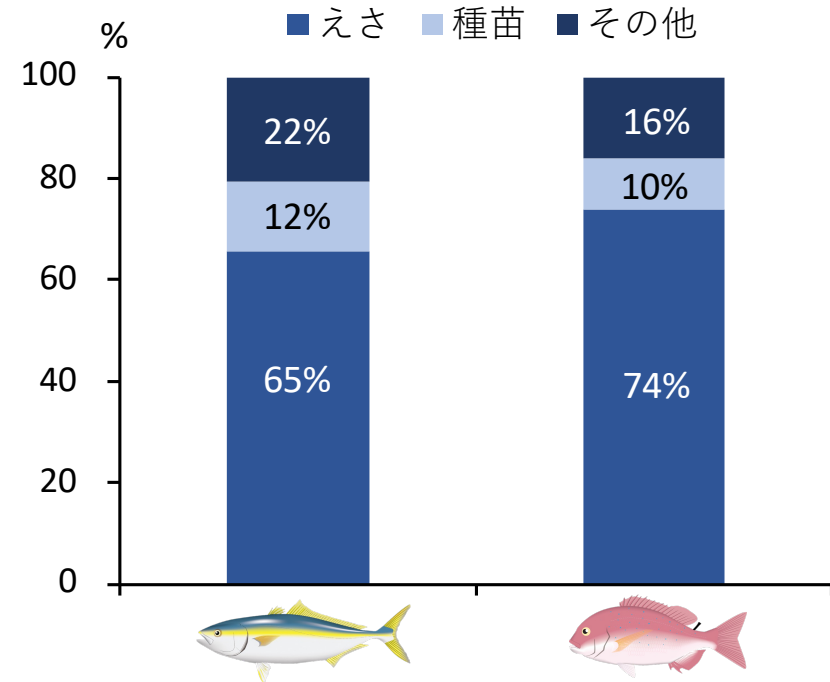
エサが無くては育たない



エサ

欠かすことの出来ない
重要な要素

養殖業 - 支出の内訳 (2017 - 21 平均)



農林水産省 漁業経営統計調査より

エサ

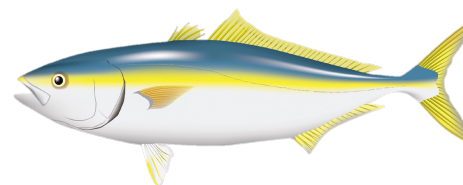
- ・ 養殖に必須
- ・ 養殖経営上重要



必要だけど、お金がかかる！

養魚用飼料

配合飼料



1 kg の養殖魚を育てるために
4.5 kg*の天然魚を魚粉として使用

主原料 - 魚粉



天然魚を加工して作られる

*下記の数字から概算

増肉係数 2.8

飼料中の魚粉割合 40%

原料魚の水分+脂質含量 75%

養殖に使用する魚粉



養殖生産量と魚粉量の予測

養殖生産量



今後も増え続ける



魚粉量

今以上増やせない

Fish to 2030 (The World Bank, 2014)

魚粉の使用目的

1960年 ほぼ全てが畜産で使用



2020年 全魚粉の86%が養殖に使用

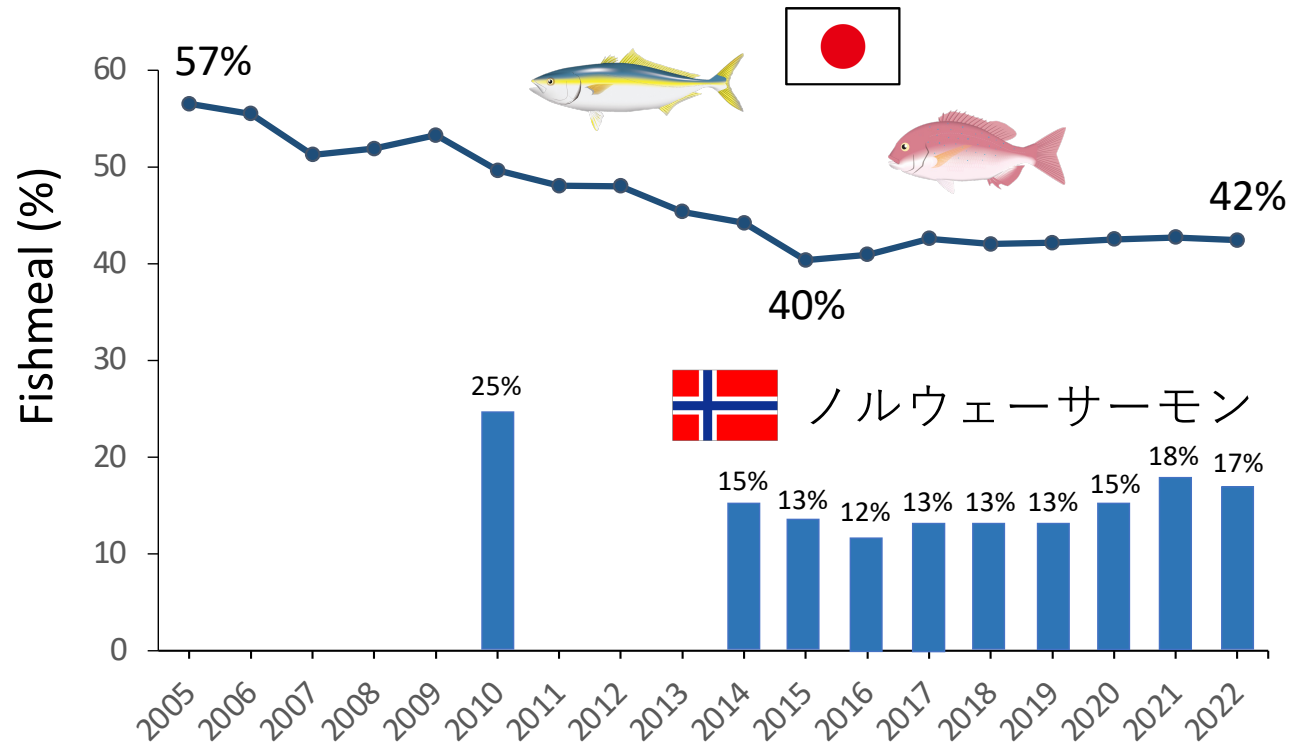
畜産からシェアを奪いつつ、養殖で魚粉を使用してきたが、それも限界

The state of world fisheries and aquaculture 2022, FAO
(Data source: Marine Ingredients Organisation, IFFO)

養殖に使用する魚粉量 → 削減必至



配合飼料中の魚粉の割合



水産油脂統計年鑑、Data source: (公社) 配合飼料供給安定機構「飼料月報」
Salmon Farming Industry Handbook 2015 - 2023, MOWI (Marine Harvest)

魚粉を何で置き替えるのか

魚粉



代替

最も一般的な
植物性代替原料







大豆油かす
(SBM)

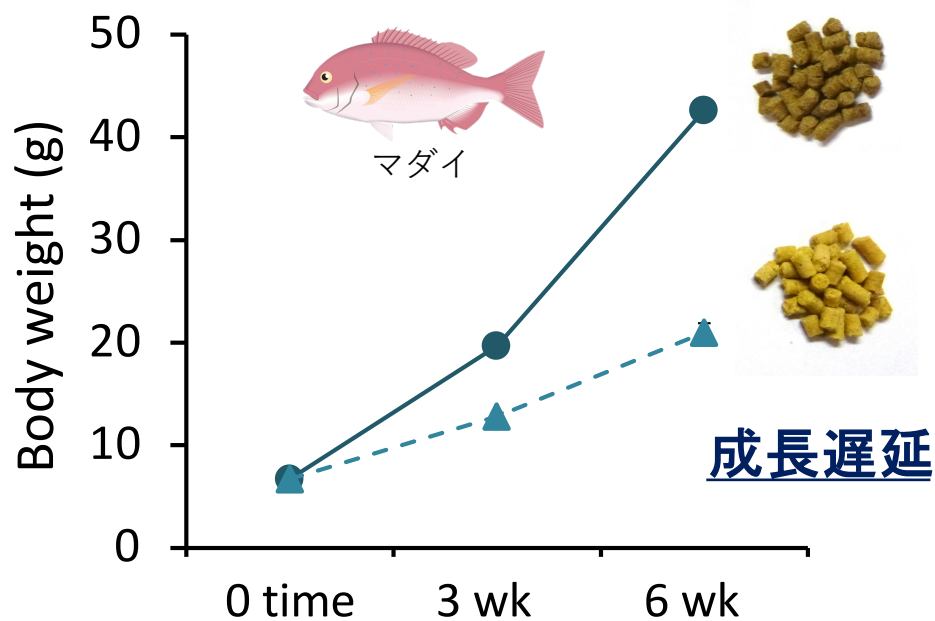


コーングルテ
ンミール
(CGM)

- 価格
- 安定的に入手可能
- アミノ酸組成が優れる

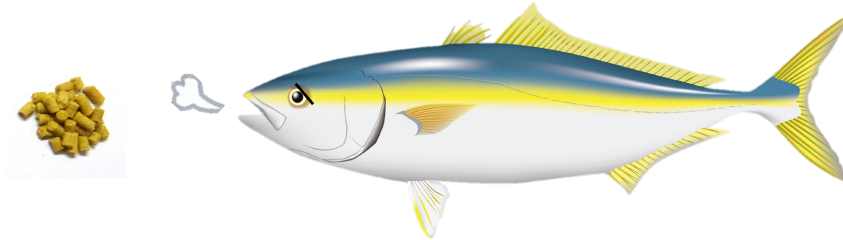
魚粉を植物性原料に置き替えると・・・

	魚粉飼料		植物飼料	
				
同等の栄養成分				
タンパク質	51.3 %	≒	51.5 %	(アミノ酸組成も同等)
脂質	16.0 %	≒	16.0 %	



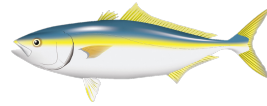
低（無）魚粉飼料の懸念点

・ 摂餌性

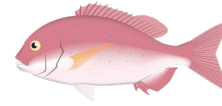


味付けの問題（摂餌刺激物質）

植物主体飼料に対する**摂餌刺激物質**の効果

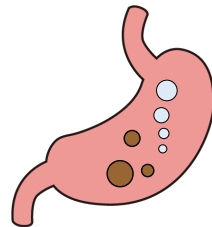


アラニン
プロリン
イノシン酸



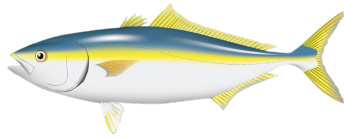
グリシン
イノシン酸

・ 消化性

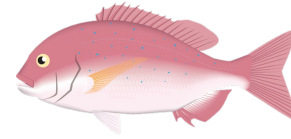
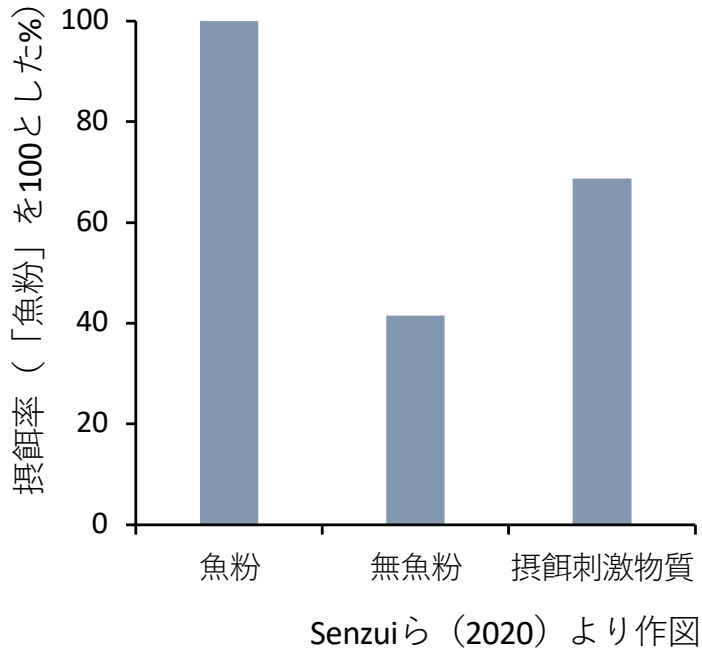


消化応答（刺激）について

味付けの問題 植物主体飼料に対する「摂餌刺激物質」の効果

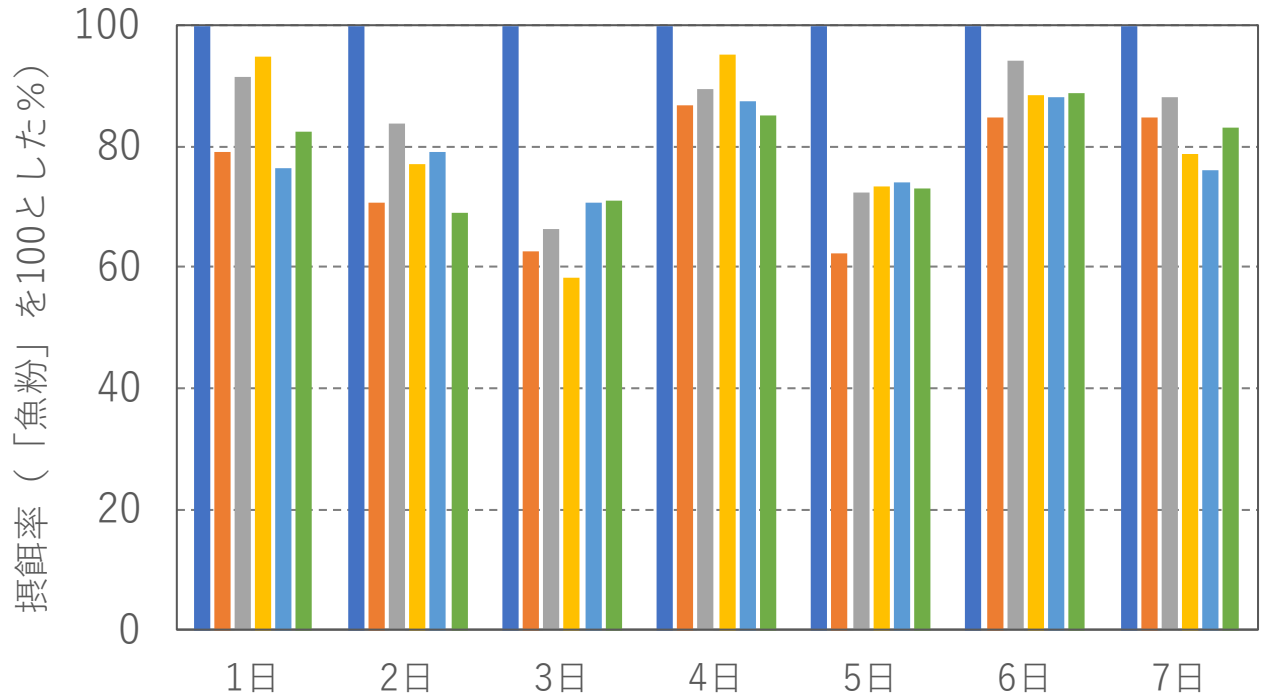


無魚粉飼料（濃縮大豆タンパク 主体）
+
摂餌刺激物質



無魚粉飼料（大豆油粕 主体）
+
摂餌刺激物質

■ 魚粉 ■ 無魚粉 ■ イノシン酸Na
■ グルタミン酸Na ■ グルタミン酸 ■ グリシン

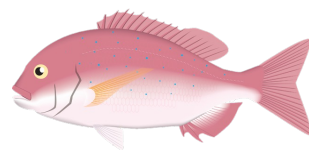


第3回ブリ類養殖振興勉強会資料（山本剛史）より抜粋

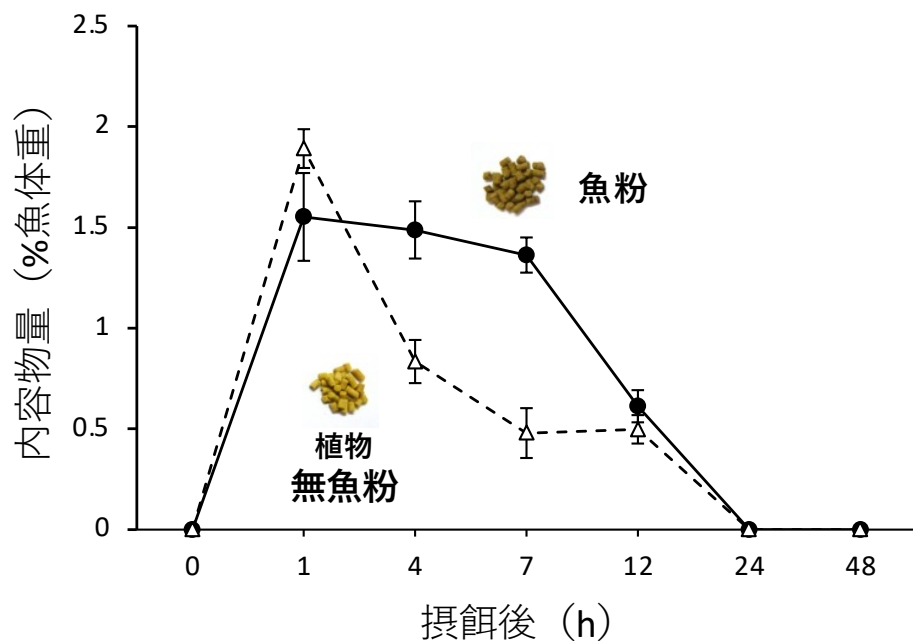
- ・ 最初は摂餌量増加
- ・ 7日間の平均では有意差なし

- ・ 摂餌刺激物質（味付け）として効果あり
- ・ 食べられなくなる要因が魚に生じている

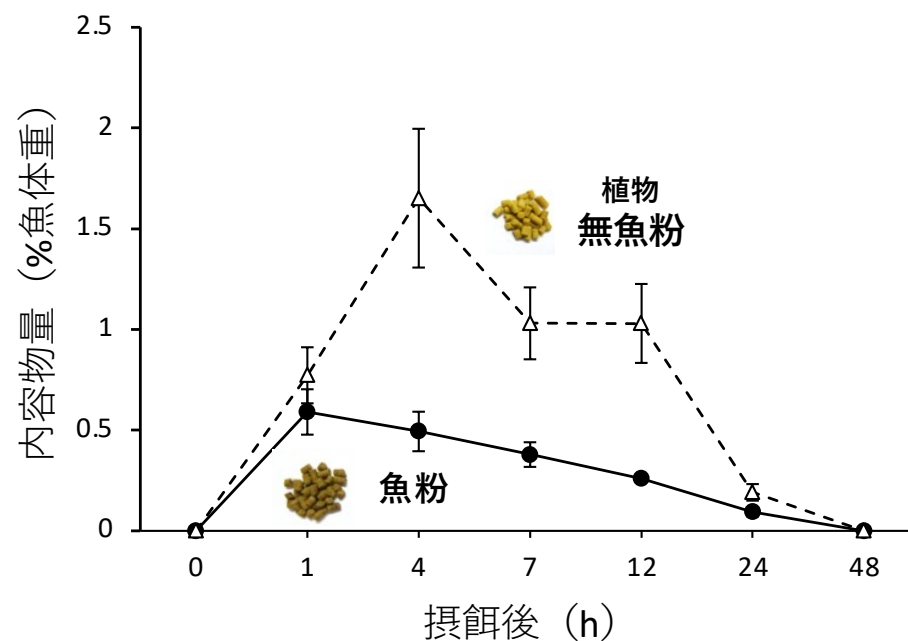
消化への影響について



胃 - 餌の量

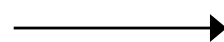


腸（前方） - 餌の量



Murashitaら (2018) より作図

胃から腸への排出が早い



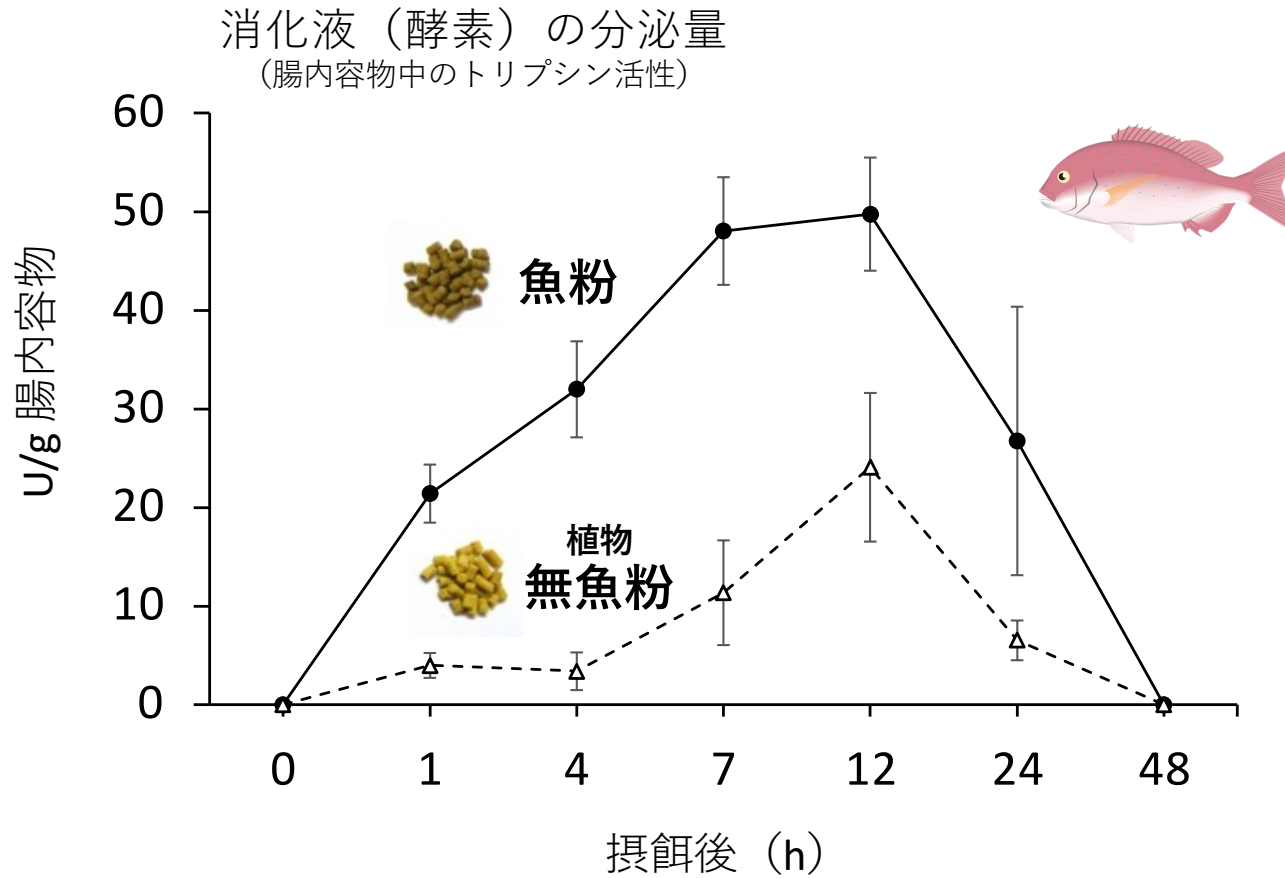
腸で詰まっている

腸に詰まっていたら、次の餌も食べられない

消化の違い → 摂餌性低下の一因

摂餌性と消化性の問題は一部リンク

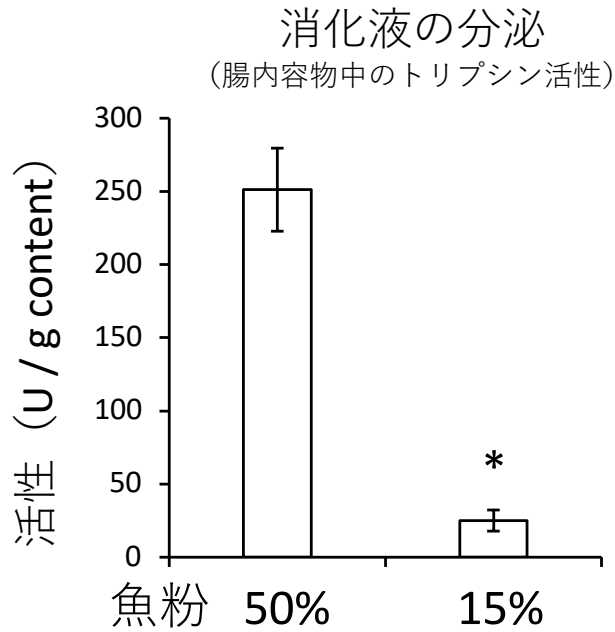
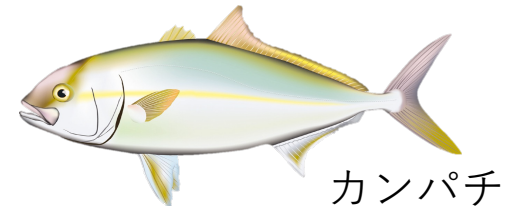
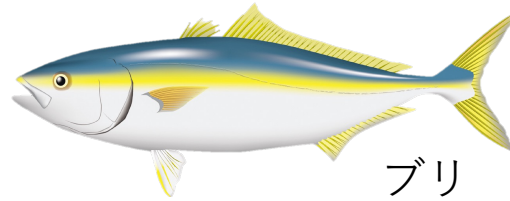
この時の消化応答は？



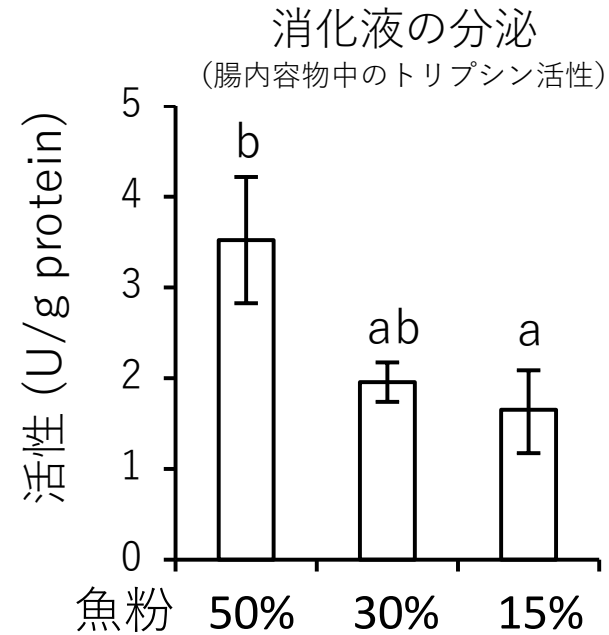
Murashitaら (2018) より作図

消化液の分泌が不十分

ブリ類でも同様に消化生理への影響が確認されている



Murashitaら (2019) より作図

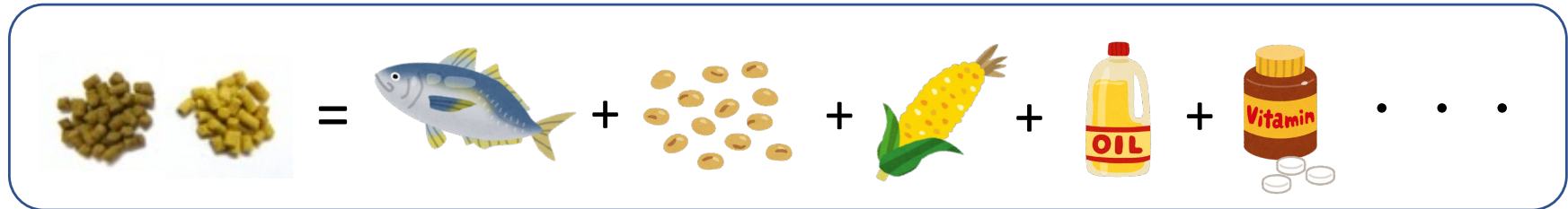


第3回ブリ類養殖振興勉強会資料 (山本剛史) より抜粋

➡ **魚粉代替飼料 (低魚粉飼料) は、消化刺激が弱い**

試験では多くの場合

配合飼料（原料の混合物）を使用



➡ **どの原料が どのように 影響するのか？**

- 原料**単独**の影響について詳細が分かれば・・・
- **植物性**だけでなく、**動物性**原料の影響も分かれば・・・

→ **より効果的に魚粉代替原料を配合するヒントに**



マダイとブリを対象に

単独の飼料原料が**消化生理**に及ぼす影響を調べる

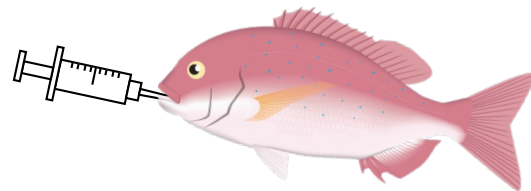
本研究は、養殖業成長産業化技術開発事業（水産庁）の支援によって実施中

試験方法



原料

- ① コントロール (セルロース)
- ② 魚粉 (FM)
- ③ 大豆油かす (SBM)
- ④ コーングルテンミール (CGM)
- ⑤ 濃縮大豆タンパク (SPC)
- ⑥ チキンミール (PBM)
- ⑦ フェザーミール (PFM)



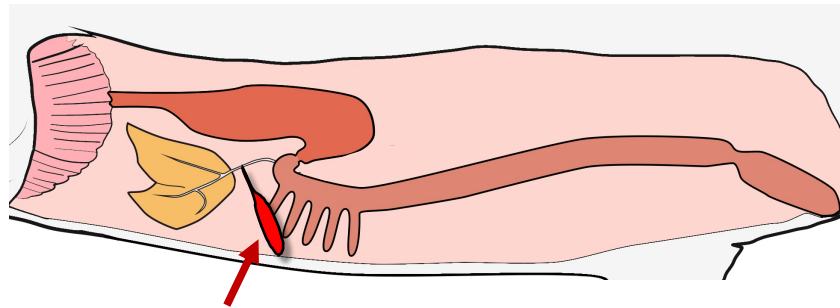
平均体重38.5g

“2mg protein/15 μ l/g BW” で投与
(投与後の吐き出しがないことを確認)

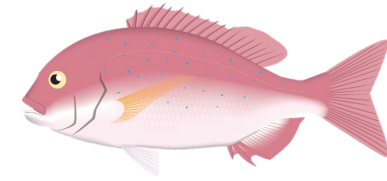
各種原料を口腔から強制的に投与

→ 1.5h および 3h 後の消化応答を調べる

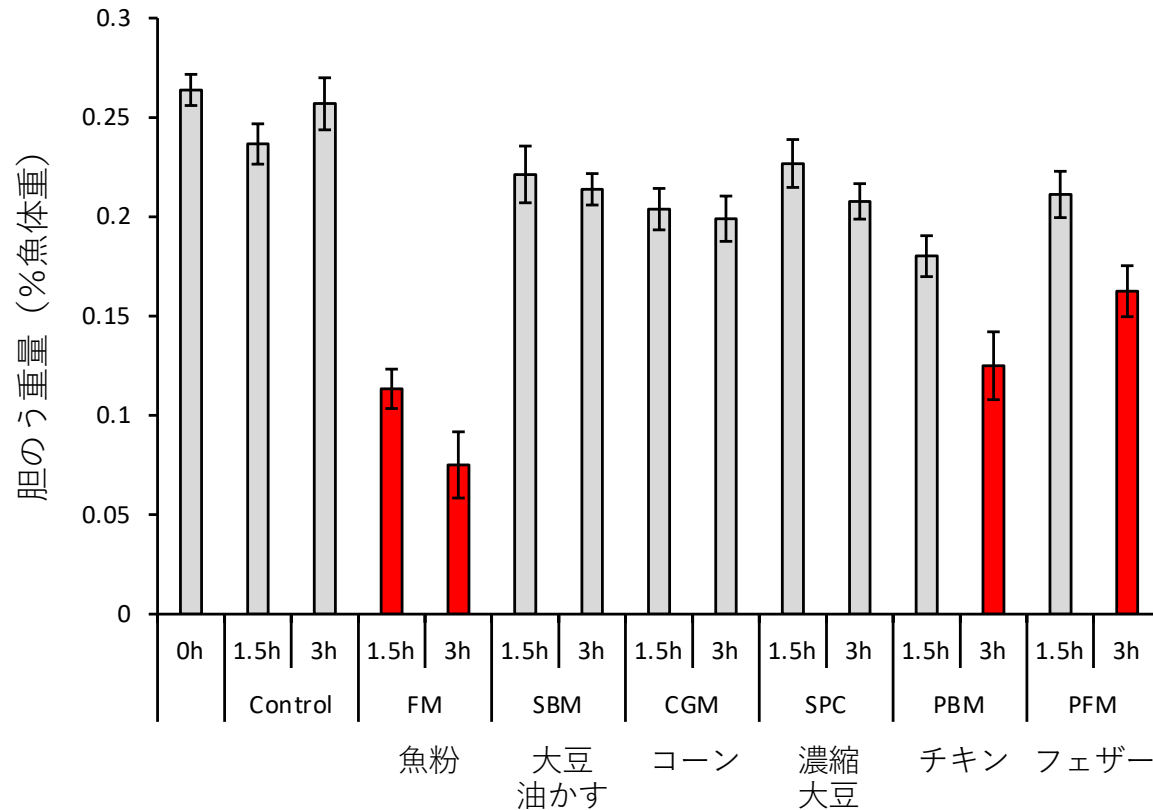
胆のう重量



- 胆のう
- ・胆汁を貯蔵
 - ・脂質やタンパク質の消化に重要



胆のう重量の減少（収縮）
→ 胆汁が分泌された



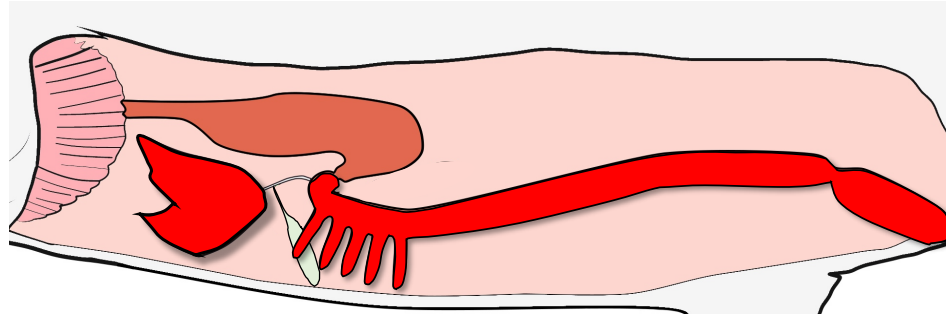
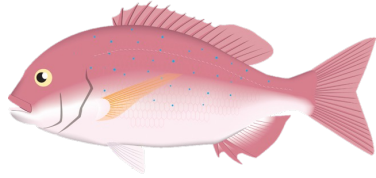
(コントロールに対して有意差があるものを赤で示した)

Murashitaら (2022) より作図

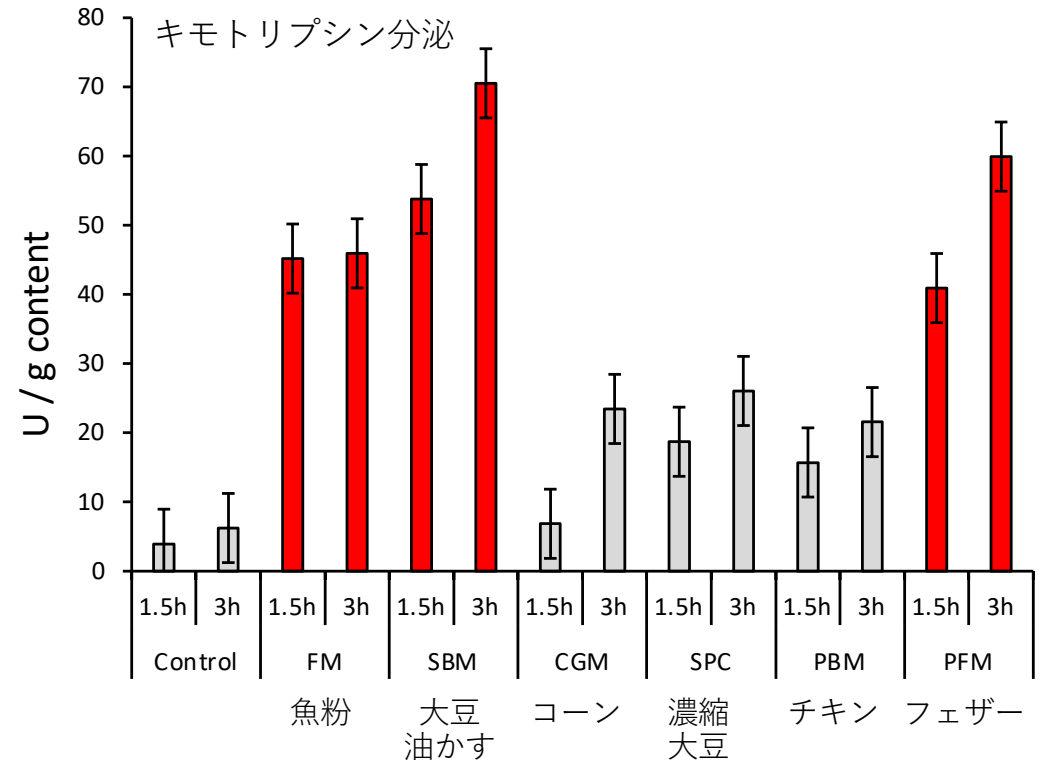
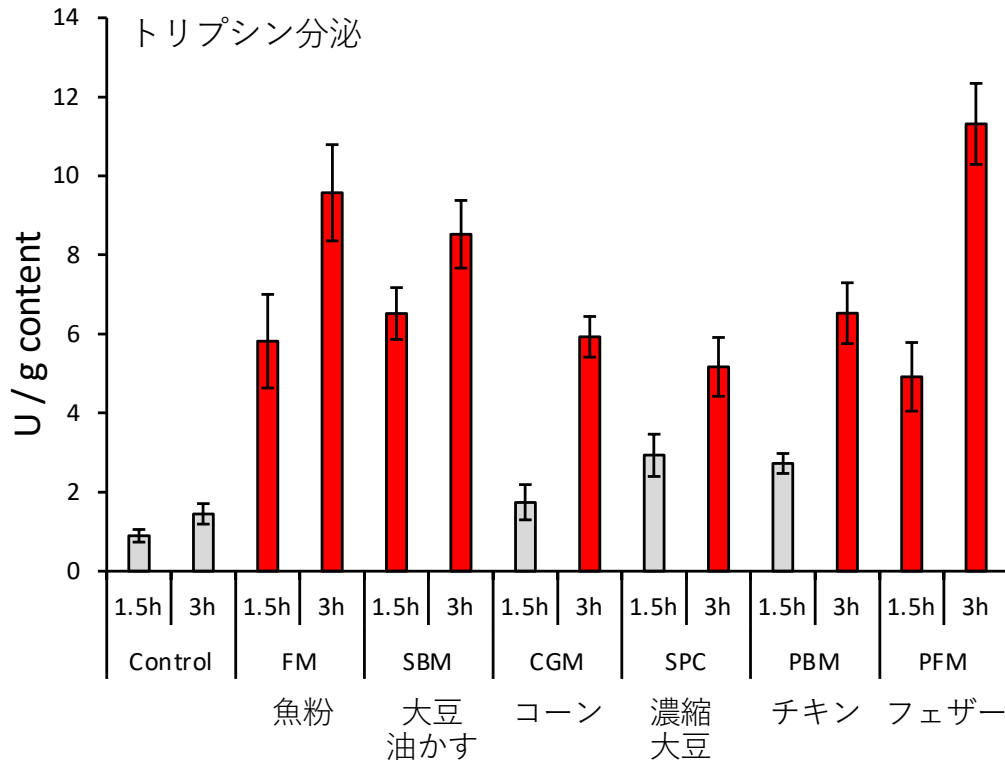
胆汁分泌作用の強さ

動物性 > 植物性

消化液（酵素）分泌



タンパク質分解酵素



(コントロールに対して有意差があるものを赤で示した)

Murashitaら (2022) より作図

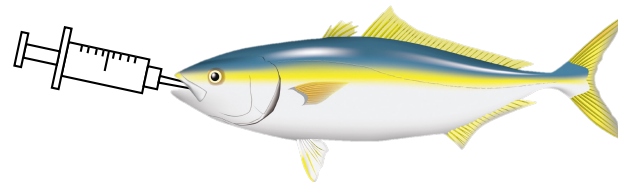
各原料で消化液の分泌刺激に強弱がある

試験方法



原料

- ① コントロール (セルロース)
- ② 魚粉 (FM)
- ③ 大豆油かす (SBM)
- ④ コーングルテンミール (CGM)
- ⑤ 濃縮大豆タンパク (SPC)
- ⑥ チキンミール (PBM)
- ⑦ フェザーミール (PFM)













平均体重41.0g

“2mg protein/15 μ l/g BW” で投与
(投与後の吐き出しがないことを確認)

各種原料を口腔から強制的に投与


→ 1.5h および 3h 後の消化応答を調べる

各種原料が消化生理に及ぼす影響

原料	胆汁分泌		タンパク質分解酵素	
				
 魚粉	◎	◎	◎	◎
 大豆油かす	-	-	○	◎
 濃縮大豆タンパク	-	-	◎	△
 コーングルテンミール	-	-	-	△
 チキンミール	○	○	△	△
 フェザーミール	-	○	◎◎	◎

- ✓ 胆汁分泌刺激 動物性 > 植物性
- ✓ 各原料に特徴を持った消化刺激作用
- ✓ 魚種によって若干の違い（代替原料の利用性を反映？）

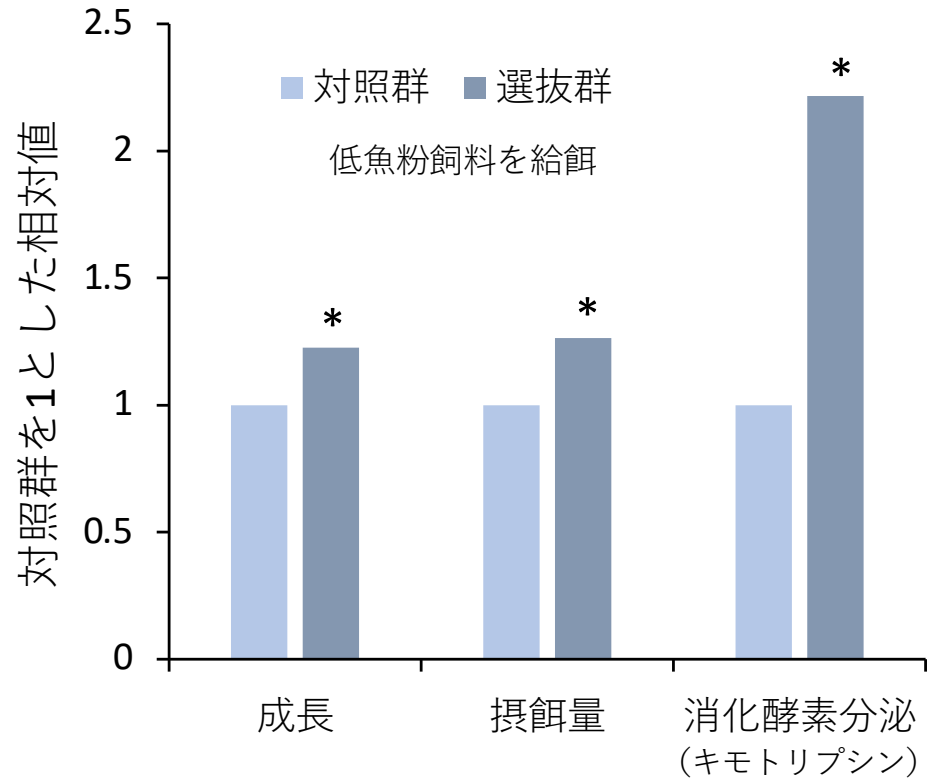
マダイはブリより魚粉代替源の利用性が高い

 より効果的な配合のヒントに
改善の指標に

より詳細を検討中・・・

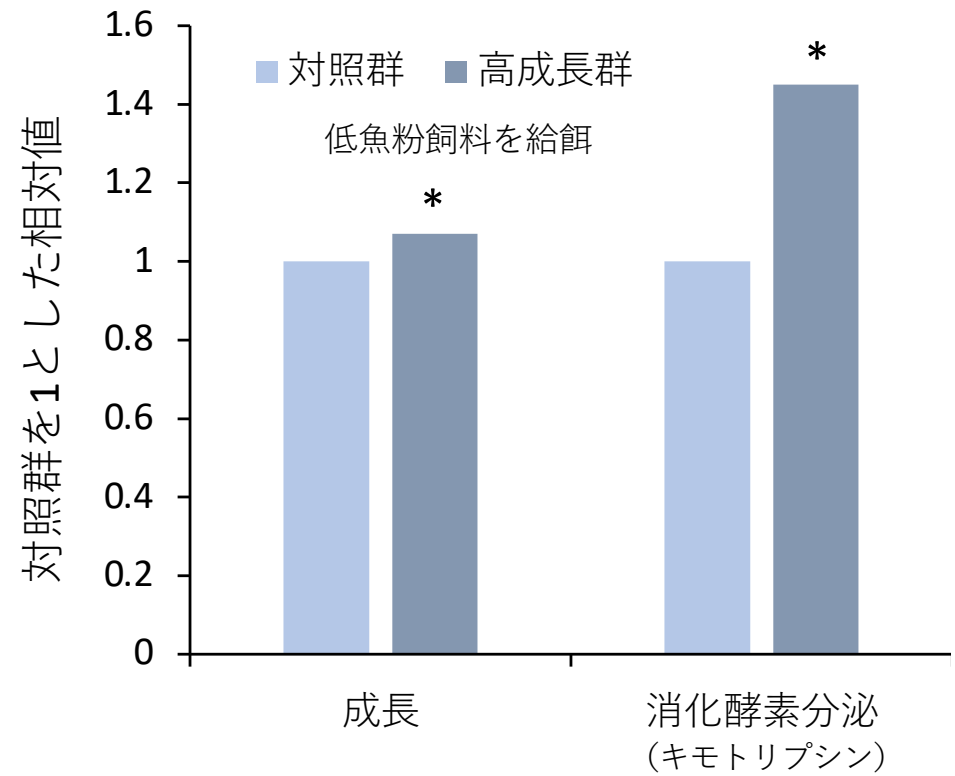
育種個体の消化能力

ニジマス



Yamamotoら (2023) より作図

ヨーロッパヘダイ



Monteroら (2023) より作図

低魚粉飼料の利用性が高い魚は、消化能力が高い

「みどりの食料システム戦略」

2050年までの 100% 配合飼料化

↳ 海水魚用：魚粉使用量を 最大50%削減

コストを考慮した 一般的な代替原料 を使用する場合

栄養化学的な取り組みで改良されてきた

生餌 → 配合飼料 → 魚粉60% → 魚粉40%

魚への影響を把握

低魚粉飼料スペックの底上げ (改良の積み重ね)

例えば、本日の話題内容から・・・

消化刺激がある原料の組み合わせ

→ 低魚粉飼料の **消化性** と **摂餌性** のを改善

育種の取り組み

魚側からの改良も必須

ニジマス - 低魚粉飼料に適した家系

→ **消化能力** と **摂餌性** が向上

(低魚粉飼料の懸念点が改善)

改善の指標