

# 海産ツボワムシ類が 養殖業界を救う！？

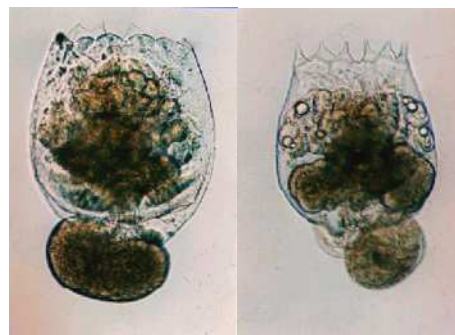
鹿児島大学 水産学部  
教授 小谷 知也

2023年11月7日

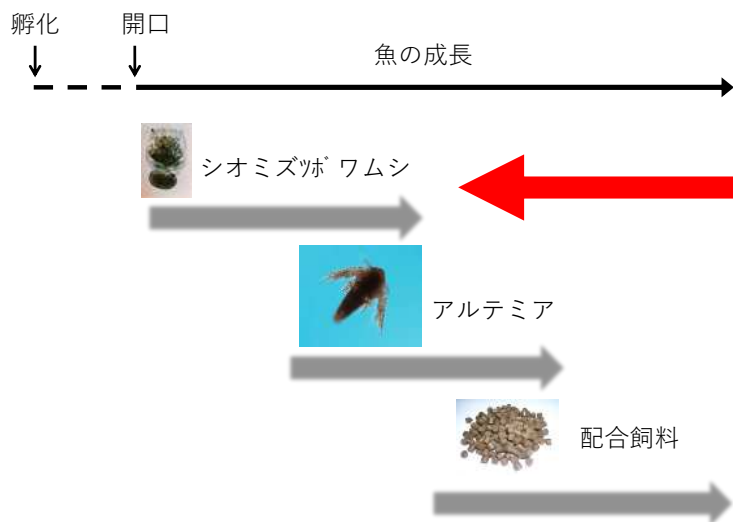
# 海産ツボワムシ類とは？



海産魚類仔魚(魚の赤ちゃん)に  
給餌する際に使われる  
動物プランクトン

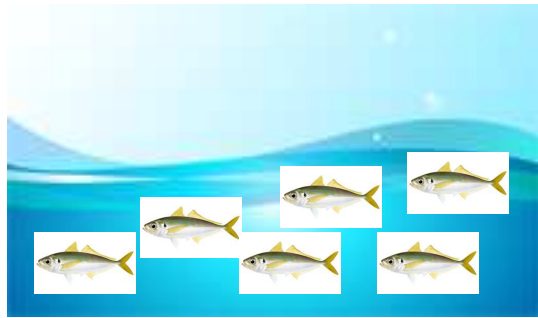


サイズ: 200~400 $\mu$ m  
生息域: 汽水~海水



生活史の中で  
最も栄養要求が多く  
変化の激しい時期に  
餌として使われる

# 養殖用餌飼料の材料は？



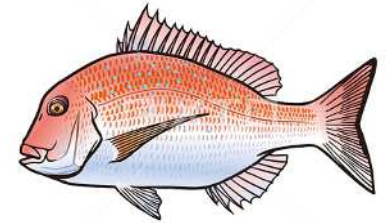
漁獲



加工

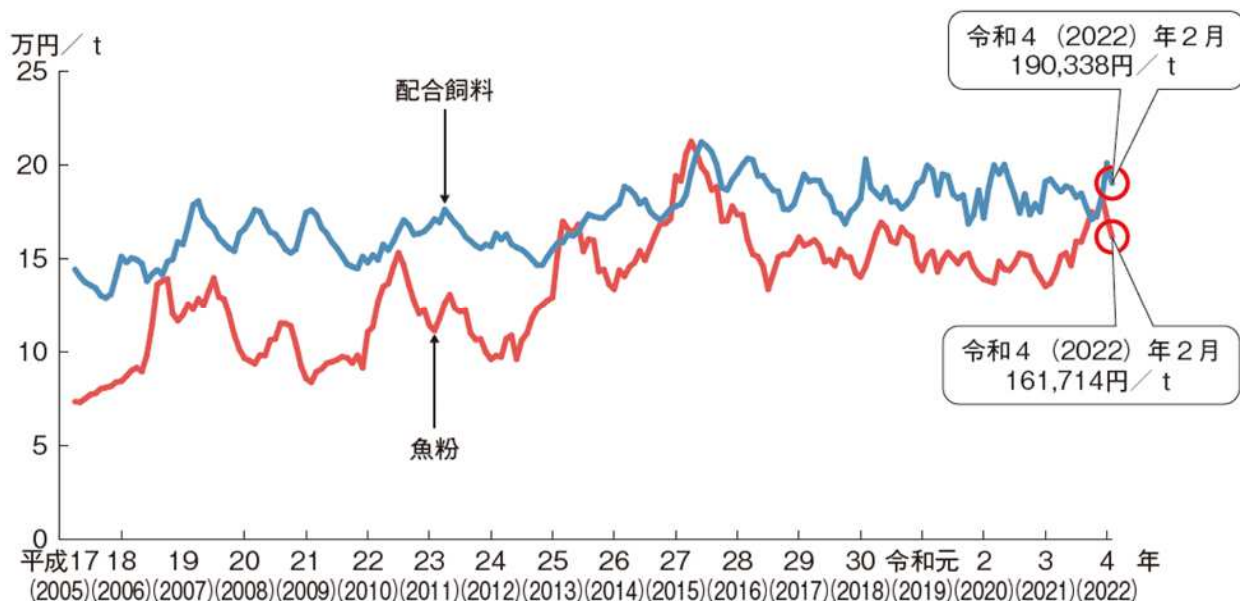


給餌



# 配合飼料原料の状況

図表2-13 配合飼料及び輸入魚粉価格の推移



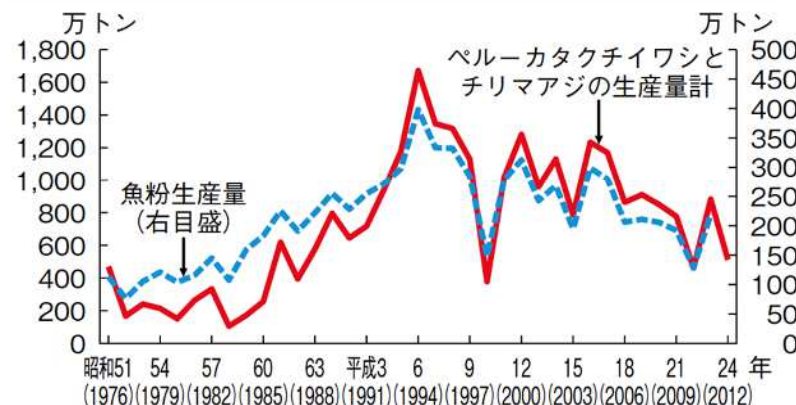
資料：財務省「貿易統計」(魚粉)、(一社)日本養魚飼料協会調べ(配合飼料、平成25(2013)年6月以前)及び水産庁調べ(配合飼料、平成25(2013)年7月以降)

令和3年度 水産白書 より抜粋



**代替原料が必要**

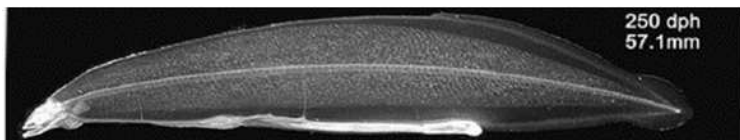
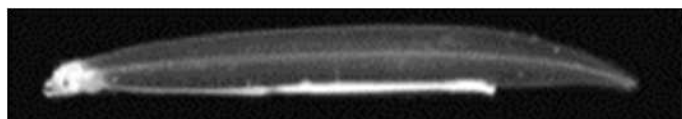
図I-2-8 ペルーとチリのペルーカタクチワシ・チリマアジ及び魚粉生産量の推移



資料：FAO「Fishstat (Capture production, Commodities production and trade)」

平成25年度 水産白書 より抜粋

# ウナギ完全養殖における問題点



(Tanaka et al., 2005)

アブラツノザメの卵主体飼料



(Tanaka et al., 2001)



卵を十分に確保できる  
見込みは少ない

(FRAnews vol.45 2015.12)

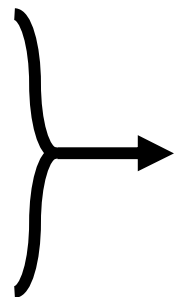


代替餌料が必要

稚魚期以降用の配合飼料

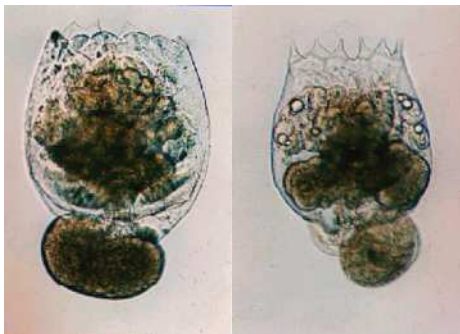
ウナギ仔魚期用餌料

※当初はアブラツノザメの卵  
現在は酵素魚粉が原材料(ただし、鶏卵黄身が主原料)



新たな原材料の開発が必要

仔魚期用の生物餌料



大量培養して  
餌原料として使えないか？

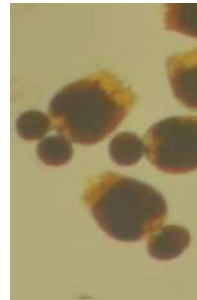
# ワムシを餌原料として使うには(ウナギ仔魚の場合)

ニホンウナギ仔魚の天然餌料は  
マリンスノーを食べるという説が有力  
(Miller et al., 2012)

動物プランクトンの死骸

海産ツボワムシ(以下ワムシ)

- ・培養技術が確立
- ・低コストで培養可能



微細藻類の死骸

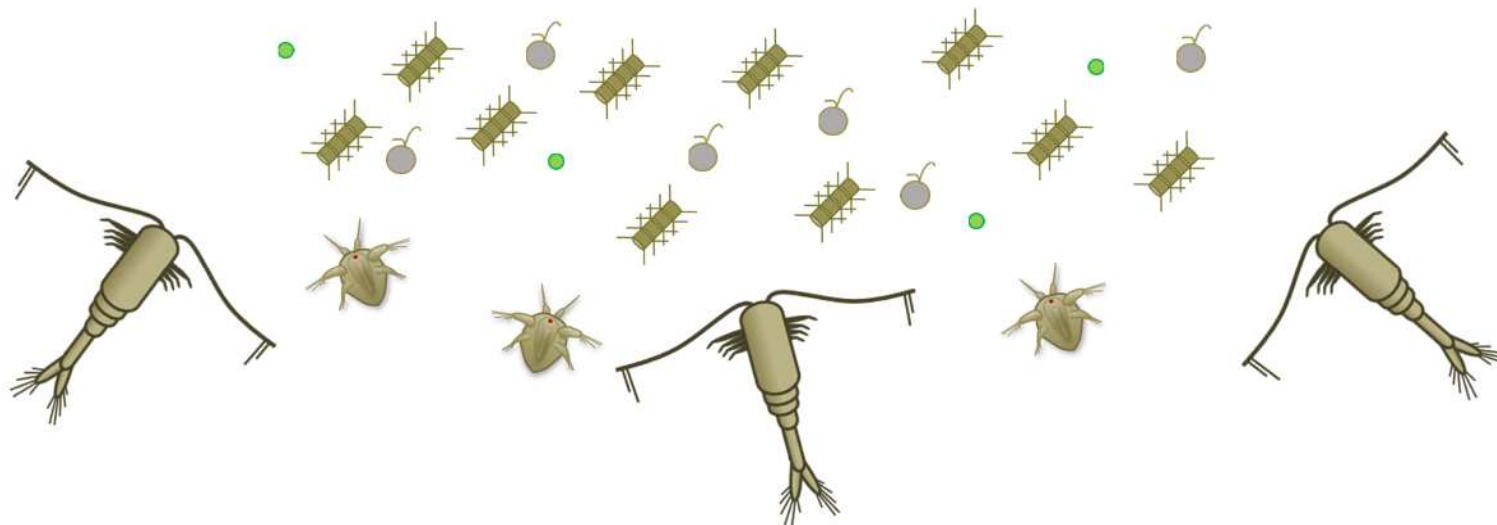
- ・クリプト藻類(ロドモナス)
- ・ハプト藻類(イソクリシス)
- ・珪藻類(キートセロス)



(友田ら, 2015)

# 天然海域のウナギ類仔魚の餌料

(Otake et al., 1993; Miller et al., 2012; 友田ら, 2018)



死骸

糞

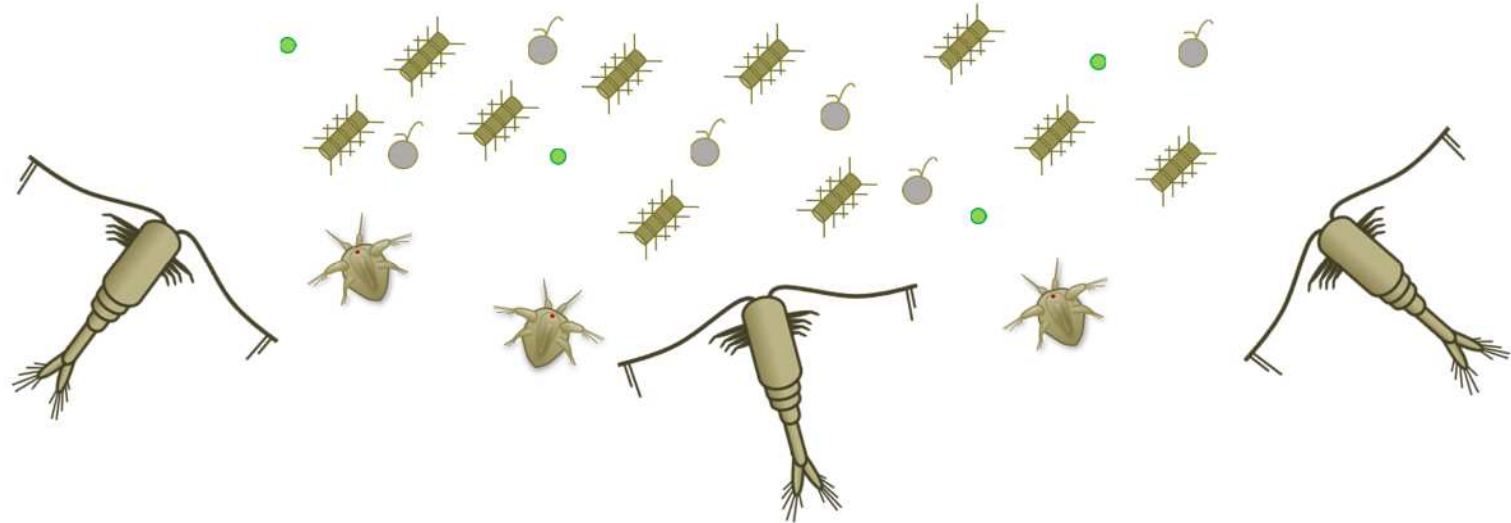


デトリタス様有機体を食べている



# 天然海域のウナギ類仔魚の餌料

(Otake et al., 1993; Miller et al., 2012; 友田ら, 2018)



死骸

糞



餌料生物のデトリタス化が  
ウナギ類仔魚の飼育に有効である可能性がある

# 結果 解凍処理ワムシの形状

ワムシを生物顕微鏡で観察した

0時間

12時間

24時間

48時間

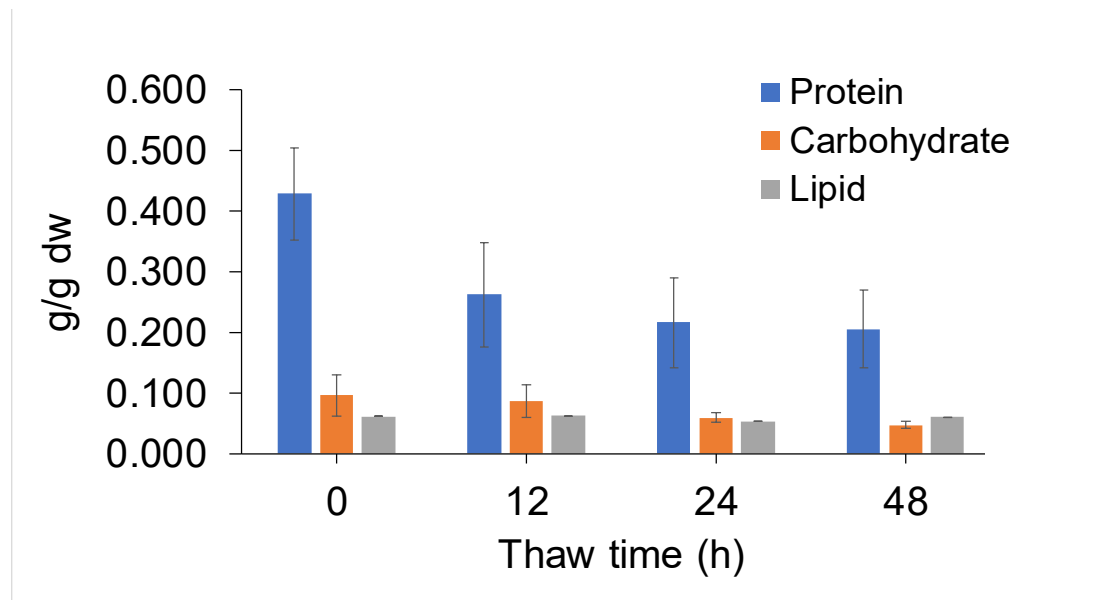


24時間以上の解凍処理によってワムシの形が崩れた

# 結果 ワムシの一般成分分析

ワムシの タンパク質量 (Lowry et al., 1951)  
炭水化物量 (Dubois et al., 1956),  
脂質量 (Folch et al., 1957) をそれぞれ測定した

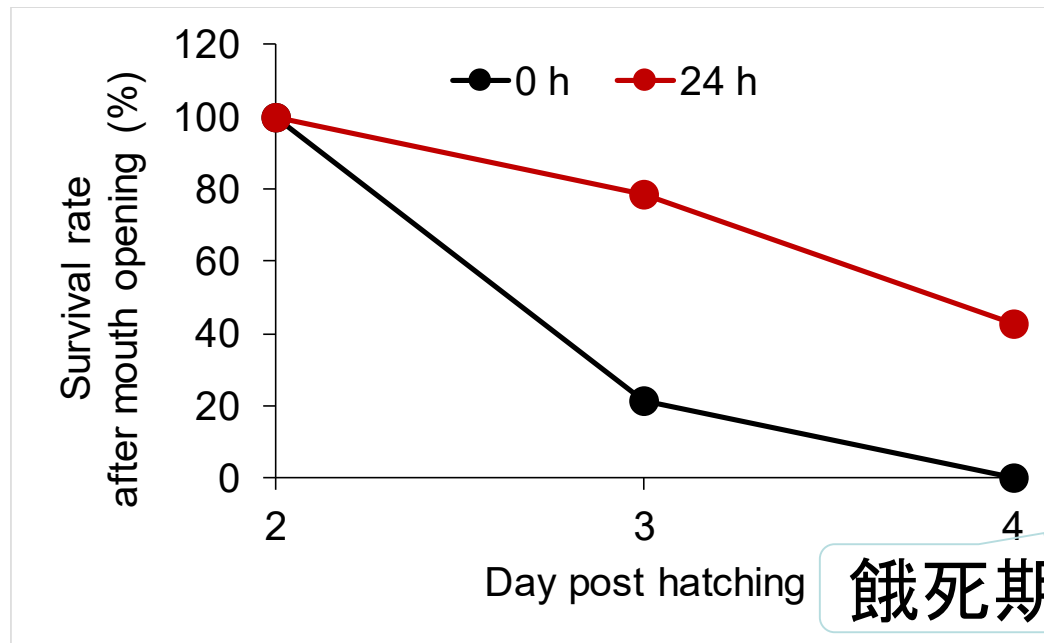
DHA強化クロレラ-ワムシの場合



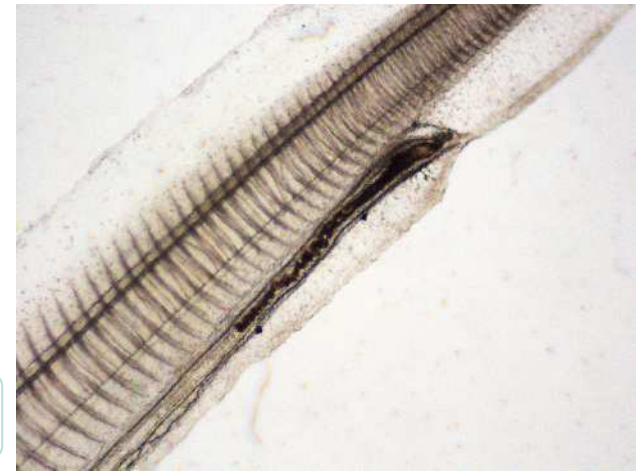
解凍処理時間が長いほど

成分の中でもタンパク質量が顕著に減少した

# 結果 チンアナゴ仔魚の生残と腸管内要物



解凍処理ワムシ給餌区の仔魚の腸管



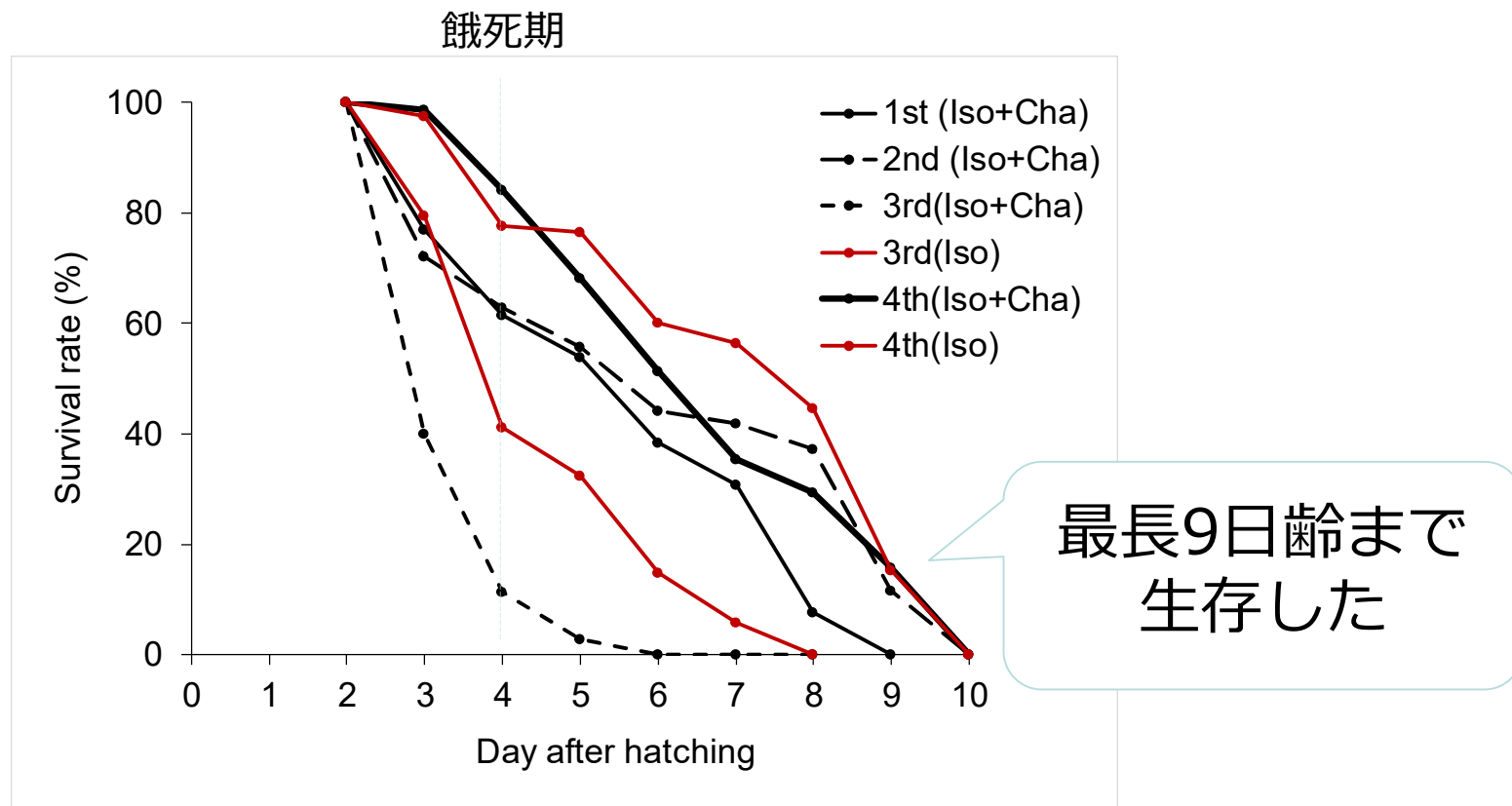
解凍処理ワムシの給餌により  
開口後、43%生存した

3日齢に  
腸管内容物が確認された

ワムシのデトリタス化により、  
ワムシを摂餌でき、仔魚の餓死を防いだ

# 結果

## これまでのチンアナゴ仔魚の飼育成績



ワムシの餌料種や解凍処理物の給餌量を改良することで  
デトリタス化ワムシの給餌効果を高められる可能性がある

# ウナギ仔魚用の餌はワムシ解凍物で一定の成果

水棲動物用餌料の製造方法(特開2019-180377号公報)



一般的な海産魚類用の配合飼料原料として使えるのでは？

➡ ワムシ冷凍物を解凍(自己分解)せずに使用



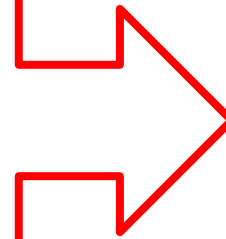
*Chaetoceros neogracile* 給餌



*Tisochrysis lutea* 給餌



*Chlorella vulgaris* 給餌



乾燥物  
(真空凍結乾燥)

マダイの試験飼料組成 (g/100g dry diet)

	対照区	試験区
魚粉	58	
オキアミ	8	
ワムシ乾燥物		91
ビタミン混合物	2.7	2.7
ビタミンC	0.3	0.3
ミネラル混合物	2	
魚油	4	4
n-3 HUFA	1	
α-starch	12	
αセルロース	10	
CMC	1	1
活性グルテン	1	1
摂餌誘引物質		
計	100	100



ワムシ材料の配合飼料



試験魚：マダイ *Pagrus major*

平均魚体重：66.82g

収容尾数：10尾

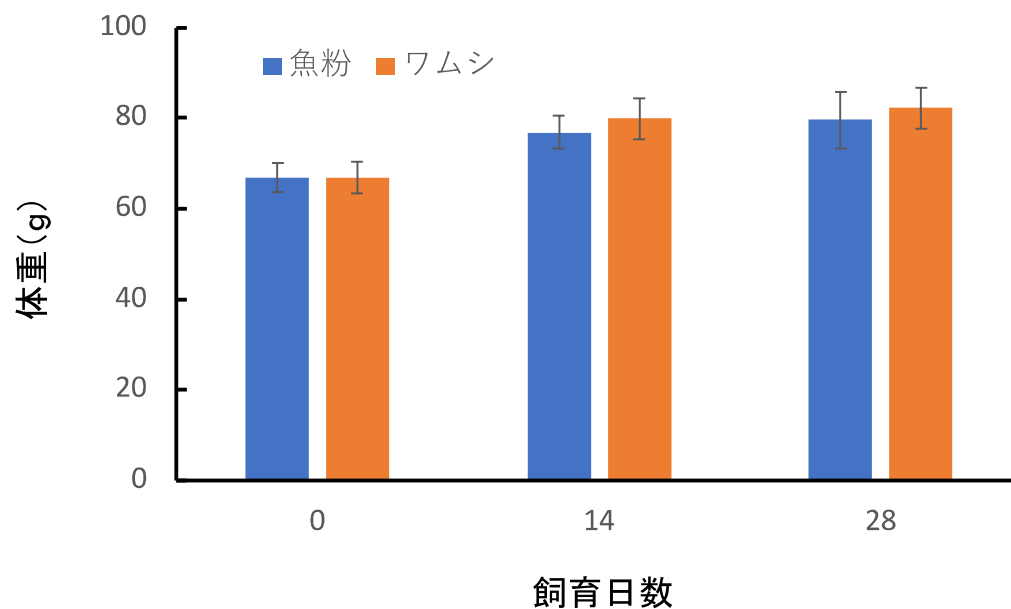
飼育水槽：500L容円形ポリカーボネート水槽

水浄化方法：閉鎖循環式

飼育期間：29日

給餌回数：3回/日





### 成長指標結果

	対照区	試験区
体長(cm)	15.28 ± 0.33	15.47 ± 0.195
肝臓重量指数(%)	2.299 ± 0.5 <sup>a</sup>	2.326 ± 0.58 <sup>b</sup>
肥満度	22.29 ± 1.32	22.17
摂餌量(g)	279.3	277
飼料転換効率(%)	45.53	55.38
増肉係数(%)	2.196	1.806

試験魚：ブリ *Seriolla quinqueradiata*

平均魚体重：117.67g

収容尾数：10尾

飼育水槽：500L容円形ポリカーボネート水槽

水浄化方法：かけ流し式

飼育期間：20日

給餌回数：2回/日

ブリではこちらの組成では摂餌されなかったの

マダイの試験飼料組成 (g/100g dry diet)

	対照区	試験区
魚粉	58	
オキアミ	8	
ワムシ乾燥物		91
ビタミン混合物	2.7	2.7
ビタミンC	0.3	0.3
ミネラル混合物	2	
魚油	4	4
n-3 HUFA	1	
α-starch	12	
αセルロース	10	
CMC	1	1
活性グルテン	1	1
摂餌誘引物質		
計	100	100

こちらに改良

改良した試験飼料組成 (g/100g dry diet)

	対照区	試験区
魚粉	56.51	4.83
オキアミ	7.79	4.83
ワムシ乾燥物		78.14
脂溶性ビタミン	0.23	0.23
水溶性ビタミン	2.05	2.03
ビタミンB12	0.03	0.03
ビタミンC	0.29	0.29
塩化コリン	2.89	2.86
ミネラル混合物	1.95	
魚油	3.90	3.86
n-3 HUFA	0.97	
α-starch	11.69	
αセルロース	9.74	
CMC	0.97	0.97
活性グルテン	0.97	0.97
摂餌誘引物質		0.97
計	100.00	100.00

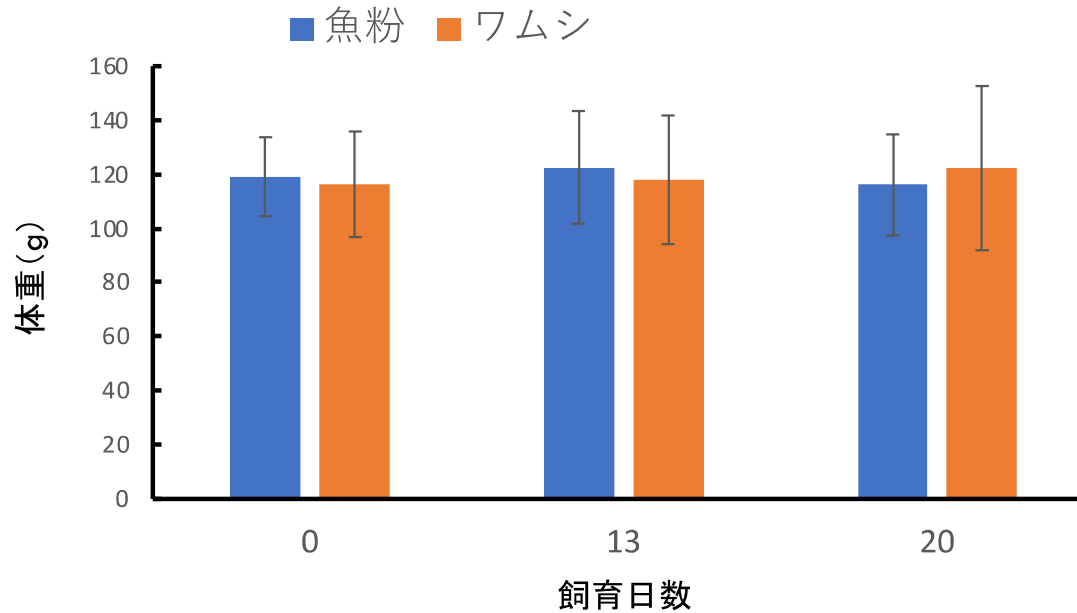
(注)

← は  
摂餌誘引のために  
添加



摂餌誘引物質配合率 (%)	
タウリン	0.30
ヒスチジン	0.15
アルギニン	0.03
イノシン酸	0.50





## 成長指標

	対照区	試験区
増重率 (%)	-2.24	5.06
摂餌量 (g)	372.03	360.02
飼料転換効率 (%)	-6.45	14.72
増肉係数	-44.54	19.77

これに加えて、ワムシ配合飼料を給餌した区では生残率100% (魚粉では50%)

## 結論

- ・ワムシ材料の配合飼料の餌料価値は魚粉材料のものと同等かそれ以上
  - ←飼育成績は同等
  - ←増肉係数は魚粉よりも優れる
- ・魚粉のように加工する必要なし

魚粉の代替タンパク質として様々な候補があるが  
魚粉と置き換わった実例はない

	原材料	メリット	デメリット
植物性 タンパク質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・大豆油粕</li> <li>・コーン</li> <li>グルテンミール</li> <li>・パーム油</li> </ul>	安価 高タンパク質	魚介類への悪影響 ミネラルの吸収阻害 消化管異常
動物性食品残 渣タンパク質	<ul style="list-style-type: none"> <li>・フェザーミール</li> <li>・鳥などの非可食部 分を砕いたもの</li> </ul>	安価	脂肪の腐敗や細菌 汚染
昆虫 ミール	<ul style="list-style-type: none"> <li>・コオロギ</li> <li>・ミールワーム</li> </ul>	免疫力を高める  体色が鮮やか	高値  心理的抵抗がある

## 濃縮大豆タンパク質

植物性タンパク質

タンパク質含量70%



## 植物性タンパク質の特徴

- ・アミノ酸の欠損
- ・吸収の遅延
- ・栄養素の欠如

(高木ら,1999)

## ワムシを材料にする場合のデメリット

### ・コストが高い

魚粉	280円/kg
ワムシ	クロレラを用いた場合 21,495円/kg乾燥物
	自家培養のナンノクロロプシスを用いた場合 712円/kg乾燥物



ナンノクロロプシスの大量培養

ナンノクロロプシスの  
大量培養の実施が必須



## ワムシを材料とすることのメリット

- ・ 意外に簡単に材料作成が可能  
← 既往の技術を使える
- ・ 加工の必要なし  
← 魚粉は冷凍魚肉を加工
- ・ 添加はミニマム  
← 魚粉使用の場合はミネラルの添加が必要
- ・ 生産効率はコオロギと同じかそれ以上  
→ 500個体/mLに維持して、1kg/m<sup>3</sup>/日
- ・ マイナスイメージなし  
← もともと、仔魚用の餌として使用されている
- ・ 多くの機関で既に培養インフラがある  
(ナンノクロロプシスの培養を含む)

## 想定される用途

- 魚類用の餌の材料。  
ただし、海産に限らず、ウナギなど淡水での養殖にも応用可
- エビカニ類、貝類への応用
- 畜産での餌のとしても利用可能（か？）

## 実用化に向けた課題

- コスト（前述）。  
ただし、微細藻類メーカーが手がければ、問題解決。
- タンパク源としては添加物なしで実行できるが、その他（脂質、ビタミン）については要検討  
←餌の微細藻類種によって解決可能か？
- 工程（乾燥）について検討の余地あり

## 企業への期待

- コストダウンについては、微細藻類培養の低価格化で克服できると考えている。
- 微細藻類培養の技術を持つ企業、あるいは既往の餌を適用し難い生物種の養殖を開発している企業との共同研究を希望。

# 本技術に関する知的財産権

- 発明の名称：水棲動物用餌料の製造方法
  - 出願番号：特開2019-180377
  - 出願人：鹿児島大学、博楽福祉會
  - 発明者：小谷知也、永田兼大、垣内美由紀、松井英明、石堂博司
- 
- 発明の名称：魚介類用配合飼料及び魚介類用配合飼料の製造方法
  - 出願番号：特願2023-180077
  - 出願人：鹿児島大学、博楽福祉會
  - 発明者：小谷知也、石川学、大海聡一、石堂佑典

# お問い合わせ先

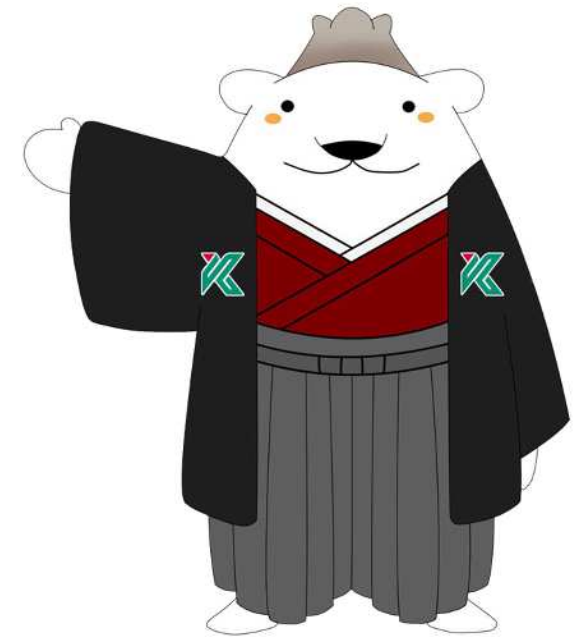
国立大学法人 鹿児島大学  
南九州・南西諸島域イノベーションセンター  
知的財産・リスクマネジメントユニット

〒890-0065 鹿児島市郡元1-21-40

TEL: 099-285-7043

FAX: 099-285-3886

E-Mail: [tizai@kuas.kagoshima-u.ac.jp](mailto:tizai@kuas.kagoshima-u.ac.jp)



鹿児島大学公式マスコットキャラクター

きつし