

## 4. 養殖魚の安定生産技術開発事業

若杉隆信・杉原志貴・石井義真・宮原治郎・山下隆広

収益性の高い養殖業を目指すためには、海外輸出又は国内販売において、競争力のある養殖魚種を、高品質かつ低コストで安定生産する必要があることから、本事業ではこれらに対応できる飼育技術及び疾病対策技術の開発を行った。

### I. 輸出向けマアジの養殖試験

#### 1. マダイ用 EP への餌付け試験

輸出先で好まれる高脂肪（筋肉中の粗脂肪含量 20%以上）かつ大型（250g 以上）な養殖マアジの安定生産に向けて、養殖現場では普及しているものの、餌付け不良がみられるマダイ用 EP（以下、EP とする）を用い、餌料添加物や選別による効率的な餌付け方法を検討するための試験を行った。

#### 方法

**供試魚及び試験方法** 令和2年3~4月にまき網で漁獲された天然マアジ（平均体重約 72 g）を用いた。予備飼育後、添加物効果試験として、1 試験区当たり 3m×3m×3m の海面網生簀へ 150 尾ずつ収容し、4 試験区を設定した。試験期間は、令和2年4月20日から8週間とし、開始時との肥満度の差を比較した。一部の試験区については、さらに4週間継続飼育して肥満度の推移を確認した。その後、摂餌不良魚の選別試験として、予備飼育魚も含めた 1,014 尾から目視で摂餌不良魚 258 尾を7月22日に選別して7月27日から9月23日まで2度目の餌付けを行った。その後は、EPのみを給餌し、10月23日まで経過観察した。

**試験飼料** EP にアミエビ、アジ用 DP（以下、DP とする）と水を混ぜたものを基本飼料とし、マアジの摂餌刺激物質であるイノシン酸（以下、IMP とする）と摂餌誘引物質とされるグルタミン酸（以下、Glu とする）を単独、または混合添加して餌付け飼料とした。

**試験区** EP に対し、IMP 区は 0.5% 量の IMP、Glu 区は 1% 量の Glu、IMP+Glu 区は 0.5% 量の IMP と 1% 量の Glu を、それぞれ水に溶解し吸着させた。給餌頻度は、各試験区 1 日 1 回、週 5 日給餌とした。開始から 4 週目までは、餌付け飼料を定量給餌し、5 週目から 8

週目までは、全試験区において EP のみを飽食給餌とした。添加効果が窺われた IMP 区と無添加区は、さらに EP のみを飽食給餌により 4 週間の継続飼育を行った。摂餌不良魚の選別試験は、2 週目までは EP にアミエビ、DP を混合、3 週目から 9 月 23 日までは EP と DP を混合、9 月 24 日以降は EP のみを飽食給餌した。

**魚体測定** 開始時、4 週目、8 週目、12 週目及び 10 月 23 日に、全数の尾又長及び体重を測定し、肥満度（体重/尾又長<sup>3</sup>×1,000）を算出した。平均体重と肥満度については、Tukey-Kramer もしくは Steel-Dwass の多重比較検定法により有意差（ $p<0.05$ ）を確認した。

**観測** 多項目水質計クオンタ G を用い、給餌日の 2 m 層における水温を測定した。

#### 結果

水温は、16.4~24.6℃で推移した。各区の試験開始時と 8 週目の肥満度分布を図 1 に示した。肥満度は、開始時から 4 週目までは概ね正規性を示す分布であったが、8 週目ではばらつきが大きい分布となり、各区ともその分布は類似していたが、IMP 区では肥満度の低下する個体が若干少なかった。平均体重と肥満度における有意差はみられなかった。

添加効果が窺われた IMP 区と無添加区の 4 週間継続飼育（合計 12 週間飼育）と試験開始時との肥満度分布を図 2 に示した。12 週目では開始時より肥満度の分布はさらに広がり、摂餌不良魚（肥満度 13 未満）は明確となったが、その個体数は試験区間で差がなかったことから、IMP による餌付け促進効果は長く続かないと考えられた。

再度餌付けした摂餌不良魚の肥満度分布を図 3 に示した。10 月 23 日における肥満度 13 以上の個体は 178 尾となり、約 69% の肥満度が向上し、今回の試験魚全体で試算すると摂餌不良魚が 10% 程度に抑えられたと考えられた。

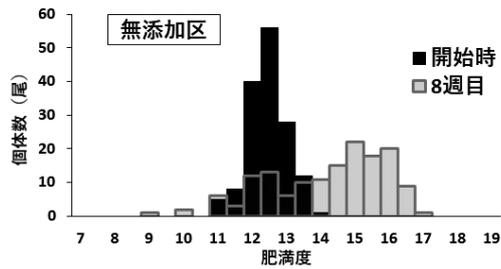
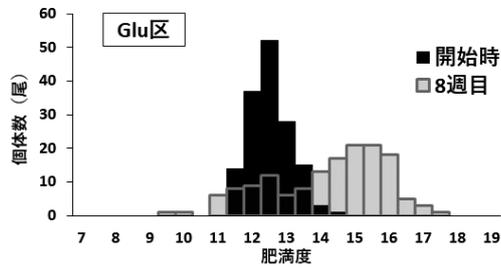
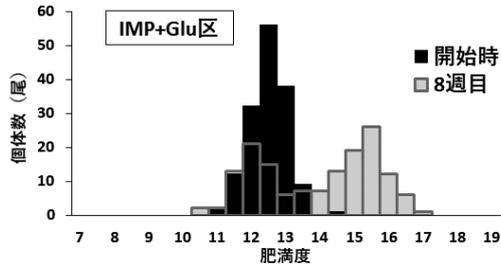
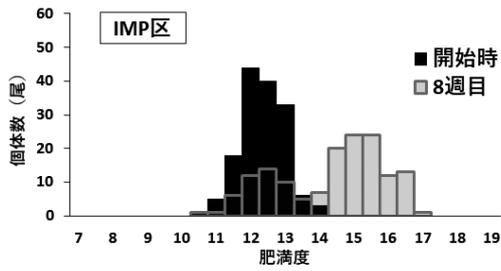


図1 試験開始時と8週目の肥満度分布

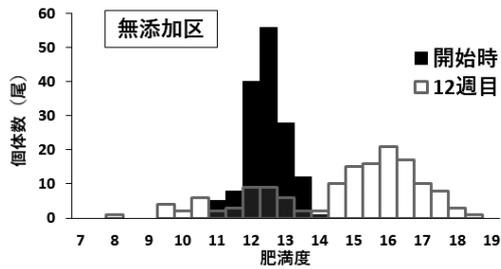
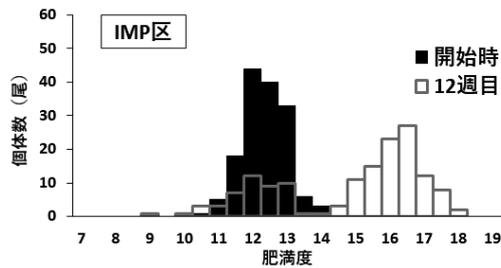


図2 試験開始時と12週目の肥満度分布

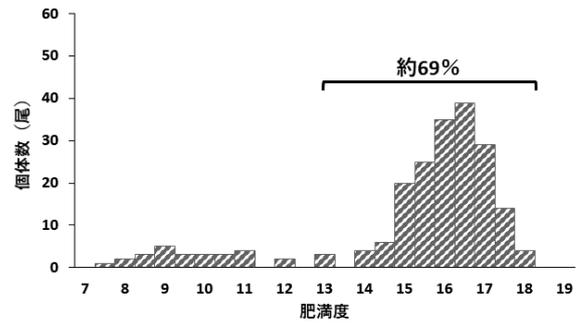


図3 再度餌付けした摂餌不良魚の肥満度分布

### まとめ

- 1) IMP と Glu を餌付け飼料に添加したが、EP への餌付け促進効果は、さほど確認できなかった。
- 2) 摂餌不良魚の選別と再度の餌付けにより餌付け不良魚は全体の 10%程度に抑えられる可能性があると考えられた。

(担当：石井)

### 2. 水温期毎の適正給餌頻度試験

養殖マアジの水温期毎に適正な給餌頻度を明らかにする試験を行った。

#### 方法

**供試魚及び試験方法** 餌付け試験と同じ由来の天然マアジを予備飼育し、3m×3m×3mの海面網生簀へ140尾ずつ収容し、各区1網とした。試験期間は、令和2年7月6日～令和3年3月15日(36週間)とした。  
**試験飼料** 市販のマダイ用EP(以下、EPとする。粗脂肪含量12%以上)を用いた。

**試験区** EPを週3, 4, 5, 6日給餌する4試験区を設定し、1日1回、飽食給餌とした。

**粗脂肪含量の測定** 試験終了時に、各試験区から5尾ずつサンプリングし、測定に供した。半身フィレ(表皮付き)をミンチ処理し、ソックスレー法で粗脂肪を抽出後、重量法で粗脂肪含量を算出した。Steel-Dwassの多重比較検定法により有意差( $p < 0.05$ )を確認した。

**観測** 開始から11月5日までは多項目水質計クオンタG、11月6日以降は飯島電子工業(株)製DOメーターID-150を用い、給餌日の2m層における水温を測定した。

#### 結果

平均体重と水温の推移を図1、生残率の推移を図2に示した。水温は、13.8～29.0℃で推移した。成長は、給餌頻度が高い区ほど優れた。また、給餌頻度が

高い区ほど高水温期のへい死が多くみられ、生残率は低くなった。高水温期のへい死は、魚体測定作業後に多かったため、麻酔や取り扱い等の影響と考えられた。

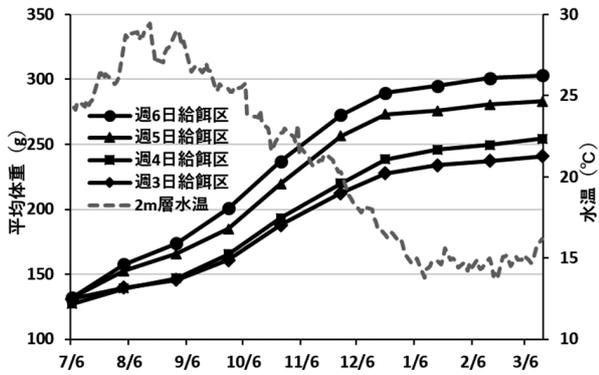


図1 平均体重と水温の推移

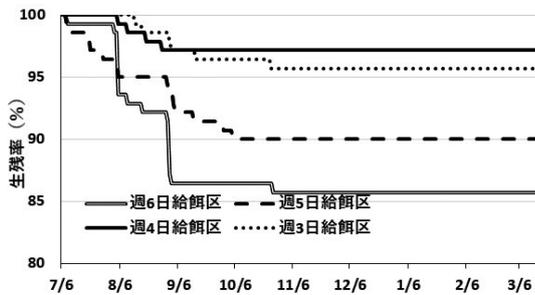


図2 生残率の推移

高水温期（開始～12週目）の飼育成績を表1に示した。水温は24.2～29.0°Cで推移した。給餌頻度が高い区ほど日間給餌率が高く、日間増重率及び飼料効率が優れたが、生残率は低かった。高水温期は、給餌頻度が高い区ほど成長面で優れ、測定作業の影響がなければ、生残率もさほど低くならないため、週6日給餌区が良いと考えられた。

表1 高水温期（開始～12週目）の飼育成績

	週3日給餌区	週4日給餌区	週5日給餌区	週6日給餌区
開始時平均体重 (g)	131.1	127.2	131.8	132.0
終了時平均体重 (g)	161.0	165.4	185.0	200.9
総給餌量 (g)	18,120	22,927	27,325	32,287
日間給餌率 (%)	1.0	1.3	1.7	2.2
日間増重量 (%)	0.24	0.31	0.40	0.49
飼料効率 (%)	24.8	25.1	28.6	31.9
生残率 (%)	96.4	97.1	91.4	86.4
2m層水温 (°C)	24.2～29.0			

水温下降期（13～24週目）の飼育成績を表2に示した。水温は16.8～25.8°Cで推移した。日間増重率は、週5日給餌区>週4日及び週6日給餌区>週3日給餌区の順に高く、飼料効率は、週3日給餌区>週4日給餌区>週5日給餌区>週6日給餌区の順に優れ、生残率

は、各区98%以上と良好だった。水温下降期は、総合的にみて週5日給餌区が良いと考えられた。

表2 水槽下降期（13～24週目）の飼育成績

	週3日給餌区	週4日給餌区	週5日給餌区	週6日給餌区
開始時平均体重 (g)	161.0	165.4	185.0	200.9
終了時平均体重 (g)	227.8	238.4	273.1	289.6
総給餌量 (g)	23,021	26,469	29,948	32,966
日間給餌率 (%)	1.0	1.1	1.1	1.2
日間増重量 (%)	0.41	0.43	0.46	0.43
飼料効率 (%)	42.4	40.8	40.6	35.2
生残率 (%)	99.3	100.0	98.4	99.2
2m層水温 (°C)	16.8～25.8			

低水温期（25～36週目）の飼育成績を表3に示した。水温は13.8～16.6°Cで推移した。水温下降期より日間給餌率が半分ほどに低下した影響で、日間増重率と飼料効率が低くなったが、週4日給餌区と週3日給餌区が若干優れていた。低水温期は、週4日給餌区及び週3日給餌区が良いと考えられた。

表3 低水温期（25～36週目）の飼育成績

	週3日給餌区	週4日給餌区	週5日給餌区	週6日給餌区
開始時平均体重 (g)	227.8	238.4	273.1	289.6
終了時平均体重 (g)	240.9	254.4	283.1	303.2
総給餌量 (g)	14,549	17,865	16,636	19,661
日間給餌率 (%)	0.5	0.6	0.5	0.6
日間増重量 (%)	0.07	0.08	0.04	0.05
飼料効率 (%)	13.1	13.2	8.2	9.0
生残率 (%)	100.0	100.0	100.0	100.0
2m層水温 (°C)	13.8～16.6			

試験終了時の筋肉中の粗脂肪含量を図3に示した。サンプルの平均体重は、週3日給餌区314.5g、週4日給餌区302.0g、週5日給餌区315.5g、週6日給餌区304.9gだった。粗脂肪含量は、週5日給餌区19.4%>週6日及び週3日給餌区18.0%>週4日給餌区17.1%の順に高かったが、試験区間で有意な差はみられなかった。

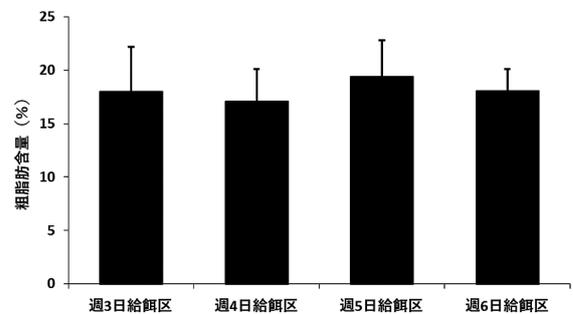


図3 筋肉中の粗脂肪含量

## まとめ

- 1) 高水温期から低水温期にかけての成長は、給餌頻度が高いほど優れた。生残率は、高水温期の測定作

業の影響によるへい死を除けば良好であった。

- 2) 水温の低下に伴い、給餌頻度を下げることによって効率良く成長し、飼料コストの削減に繋がると考えられた。
- 3) 平均で 300 g 程度に成長したマアジにおける筋肉中の粗脂肪含量は、給餌頻度の違いによる差がみられなかった。(担当：石井)

## II. トラフグの低水温期の生理障害対策

### 1. 低水温期へい死対策モニタリング

近年、県内トラフグ養殖場の 0 才魚で、低水温期に肝機能低下による生理障害とみられるへい死が発生したことから、県内 4 業者のトラフグを定期的にモニタリングして血液性状等を調査した。

#### 方法

**調査方法** 供試魚は、令和 2 年 10 月～令和 3 年 3 月に毎月 1 業者あたり 5 尾について現地で採血し、血液及び魚体を冷蔵で持ち帰って測定した。

**魚体測定及び血液検査** 魚体は、体長、体重及び肝臓重量を測定し、エラムシ（ヘテロボツリウム）親虫数を計数した。比肝重値は、肝臓重量／体重×100 で計算した。血液検査項目は、総コレステロール（TCHO）、中性脂肪（TG）、総タンパク（TP）、GOT、GPT、総ビリルビン（TBIL）及びヘマトクリット（Ht）値を測定した。

#### 結果

A 業者飼育のトラフグ 0 才魚（10m 角生簀、約 6,000 尾、EP 給餌）における血液性状等の推移（平均値）を表 1 に、日間給餌率と水温の推移を表 2 に示した。比肝重値は、12 月に 11.2% とやや高くなった以外は、肝機能障害の注意レベルとされる 10% を超えずに推移した。血液性状は、GOT、GPT とともに中内らが提案したトラフグ 1 年魚 2 月の標準値よりわずかに高い値で推移した。肝臓の外観は、いずれの時期も脂肪変性等は確認されず、肝機能障害には至っていないと判断された。給餌頻度は、モニタリング結果に応じて 10 月中旬～11 月中旬が週 6 日給餌、11 月下旬～12 月中旬が週 5 日給餌、12 月下旬～1 月中旬が週 3 日給餌、1 月下旬～2 月中旬が週 2 日給餌へと段階的に引き下げられ、日間給餌率は 1.37% から 0.53% へと減少した。生残率は、

99.0% と良好であった。

他の 3 業者については、県内ほぼ全域で発生した粘液胞子虫性やせ病の影響により、生残率が 58.6～87.7% と低くなり、比肝重値と肥満度のばらつきが大きかったが、A 業者と同様に給餌頻度の引き下げが行われており、肝臓の外観からみて肝機能障害は生じていないと判断された。

表 1 血液性状等の推移（平均値）

項目	調査日					
	10/15	11/19	12/15	1/13	2/19	3/10
Ht 値 (%)	29.2	33.7	31.5	24.9	25.9	31.5
TCHO (mg / dl)	164.6	179.8	145.2	121.0	133.7	123.3
TG (mg / dl)	176.0	142.2	114.2	117.2	71.7	77.0
TP (g / dl)	4.1	4.4	4.0	3.7	3.9	4.1
GOT (U / l)	42.0	38.6	28.6	49.6	21.3	26.3
GPT (U / l)	26.8	24.6	18.4	23.6	16.0	16.7
TBIL (mg / dl)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2
体重 (g)	129.2	224.9	250.9	220.7	213.1	235.4
体長 (cm)	15.9	18.9	19.6	19.6	19.1	19.6
肝臓重量 (g)	11.5	22.6	28.0	19.9	21.2	21.9
比肝重値 (%)	8.9	9.9	11.2	8.6	9.5	8.9
肥満度	31.9	33.2	33.5	28.9	29.7	30.3
エラムシ親虫数 (個/尾)	8.8	6.2	8.4	6.6	2.8	3.0

※ n = 5

表 2 日間給餌率と水温の推移

期間	日間給餌率 (%)	水温 (°C)
10/15 ~ 11/18	1.37	22.5 ~ 20.1
11/19 ~ 12/14	1.09	20.5 ~ 17.8
12/15 ~ 1/12	0.68	16.8 ~ 13.5
1/13 ~ 2/18	0.53	14.8 ~ 12.8
2/19 ~ 3/9	0.68	14.5 ~ 13

#### まとめ

- 1) 県内ほぼ全域で発生した粘液胞子虫性やせ病の影響があったものの、肝機能障害によるへい死は確認されなかった。

(担当：若杉)

### 2. トラフグ 0 才魚の高脂肪 MP 投与試験

トラフグ 0 才魚の低水温期にみられる肝機能低下による生理障害を引き起こす要因として脂質の摂取過多が疑われている。また、昨年度の試験において、急な水温低下がトラフグの肝機能に影響を与える可能性が窺われたため、脂質含量の高い MP を給餌し、海水冷却装置を用い、冷却海水で 1 ヶ月間飼育する試験を行った。

## 方法

**供試魚及び試験方法** 人工種苗 0 才魚を 1 トン水槽に 60 尾ずつ収容し、各試験区 1 面、試験期間は令和 2 年 9 月 14 日～令和 3 年 3 月 16 日とした。

**試験飼料** MP は原魚 (アジ) 70%, トラフグ用マッシュ 23.5%, 魚油 6.5% で混合し、EP 換算値で粗脂肪含量 27.2%, 粗蛋白質含量 40.4% のものを用いた。EP 飼料は、市販の高脂肪 EP (以下、高脂肪 EP とする。粗脂肪含量 12% 以上, 粗蛋白質含量 48% 以上) 及び市販のトラフグ用 EP (以下、通常 EP とする。粗脂肪含量 8% 以上, 粗蛋白質含量 57% 以上) を使用した。

**試験区** 表 1 のとおり試験区 (飼育条件) を設定した。給餌は、週 6 日、1 日あたり午前と午後の 2 回、午前は手撒きで飽食量を、午後はゼンマイ式自動給餌器で定量を与えた。

表 1 試験区 (飼育条件)

試験区	試験区 1	試験区 2	試験区 3
使用飼料	AM 高脂肪 MP	高脂肪 MP	通常 EP
	PM 高脂肪 EP	高脂肪 EP	通常 EP
給餌方法	AM 飽食給餌	飽食給餌	飽食給餌
	PM 定量給餌	定量給餌	定量給餌
飼育水	12～1月 -2℃	冷却なし	冷却なし

**魚体測定及び血液検査** 開始時から終了時まで毎月、全数の全長、体長及び体重を測定し、採血は、各区 5 尾ずつ行い、肝臓重量も測定した。比肝重値は、肝臓重量 / 体重 × 100 で計算した。血液検査項目は、総コレステロール (TCHO), 中性脂肪 (TG), 総タンパク (TP), GOT, GPT, 総ビリルビン (TBIL) 及びヘマトクリット (Ht) 値を測定した。

**観測** 飯島電子工業 (株) 製 DO メーター ID-150 を用い、給餌日の水温を測定した。

## 結果

生残率は、全ての区で 100% だった。試験期間中の水温、1 尾当たり累積投与脂質量、平均体重、肥満度及び比肝重値の推移を図 1 に示した。飼育水を冷却した試験区 1 は冷却直後から、冷却なしの試験区 2 及び試験区 3 は水温が 15℃ 前後となった 1 月から 2 月にかけて摂餌活性が低下し、成長の停滞がみられ、1 尾当たり累積投与脂質量は、試験区 2 > 試験区 1 > 試験区 3 の順に多くなった。試験終了時の平均体重は、試験区 1 が有

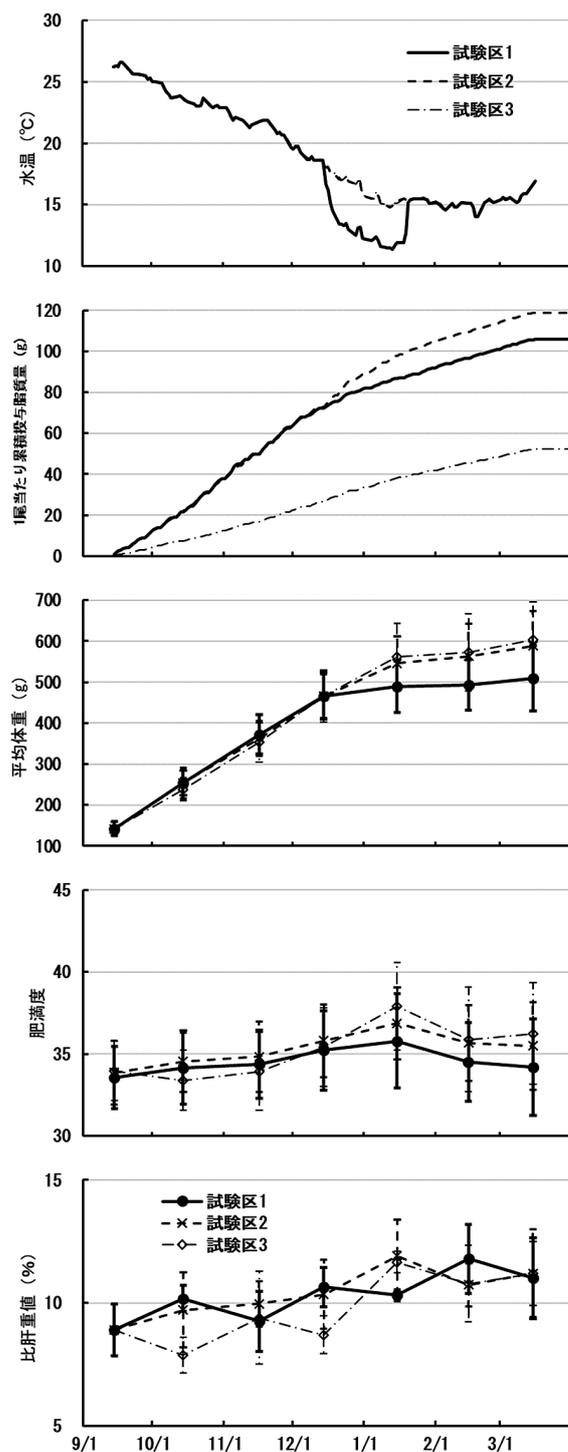


図 1 水温、1 尾当たり累積投与脂質量、平均体重、肥満度及び比肝重値の推移

意に低かった。肥満度は、おおむね 35 前後で推移したが、摂餌活性の低下の影響により、各区とも 1 月から 2 月の間に減少した。比肝重値は、試験区 1 では 12 月以降、試験区 2 及び試験区 3 では、1 月以降に注意レベルとされる 10% 以上で推移したが、へい死はみられなかった。日間給餌率 (EP 換算) は、試験区 3 (1.43%) がやや高く、試験区 2 (1.24%) 及び試験区 1 (1.20%)

が同等であった。GOT 及び GPT の推移を図 2 に示した。GOT は、試験区 1 では 12 月まで増加傾向であったが、飼育水の冷却後は低下し、試験区 2 及び試験区 3 では 20~65 U/l の範囲で推移した。GPT は、試験開始時がやや高かったが、その後低下した。肝臓の外観は、試験終了時の試験区 1 でやや脂肪変性を示すものが 1 個体みられたが、GOT 及び GPT は他と同等の値であった。

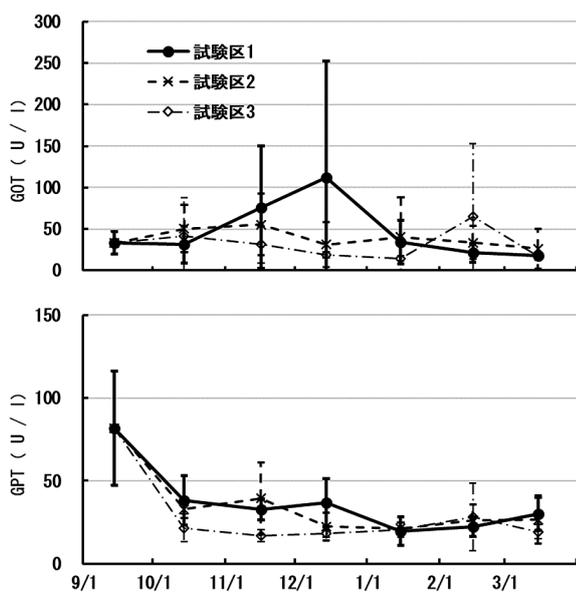


図 2 GOT 及び GPT の推移

### まとめ

- 1) 粗脂肪含量が多い餌を与え、水温の 2°C 低下とその状態の継続により、肝機能障害に繋がる可能性が窺われた。

(担当：若杉)

## Ⅲ. カワハギの養殖試験

### 1. 脂質含量の異なる EP を用いた切替え給餌飼育試験

カワハギ養殖では低水温期の成長停滞及びへい死対策が課題となっている。これまでの知見では、水温下降期前に血漿中の中性脂肪 (TG) 及び総コレステロール値 (TCHO) , 並びに比肝重値が高くなることから、過食に伴う肝機能低下による生理障害が低水温期のへい死に結びつくものと推察されている。一方、カワハギの成長と生残が良い適水温は 20~25°C とされている。そこで、適水温時には粗脂肪含量の高い EP を給餌して成長を促進し、それ以外の期間は粗脂肪含量の低い EP を給餌して肝機能の低下を抑制することを目的

に試験を行った。

### 方法

**供試魚及び試験方法** 令和 2 年 8 月 11 日に熊本県 (民間) 産の人工種苗 0 才魚を陸上水槽に收容し、粘液胞子虫性やせ病の影響を緩和するため、10 月 7 日に沖出しした。10 月 19 日に 3 m×3 m×3 m の海面網生簀 3 面に 85 尾ずつ收容した。

**試験飼料** 市販の粗脂肪含量 12% 以上の EP (以下、高脂肪 EP とする) 及び市販の粗脂肪含量 6~8% 以上の EP (以下、低脂肪 EP とする) を用いた。

**試験区** 高脂肪 EP 給餌区 (試験区 1) , 適水温期は高脂肪 EP を給餌し、それ以外の期間は低脂肪 EP 給餌区 (試験区 2) 及び低脂肪 EP 給餌区 (試験区 3) を設定した。

**飼育方法** 試験期間は、令和 2 年 10 月 19 日~令和 3 年 3 月 22 日、ゼンマイ式自動給餌器を用いて週 5 日の飽食給餌とした。

**魚体測定及び血液検査** 毎月、各区 30 尾の全長、体長及び体重を測定した。試験終了時は、全数を測定し、各区 5 尾ずつを取り上げ、採血後に肝臓重量を測定した。比肝重値は、肝臓重量/体重×100 で計算した。血液検査項目は、総コレステロール (TCHO) , 中性脂肪 (TG) , 総タンパク (TP) , GOT, GPT, 総ビリルビン (TBIL) 及びヘマトクリット (Ht) 値を測定した。

**観測** 多項目水質計クオンタ G を用い、毎日 9 時を目安に 2 m 層の水温を測定した。

### 結果

水温、生残率及び平均体重の推移を図 1 に示した。水温は、13.8~23.2°C で推移した。生残率は、試験区 1 (97.3%) > 試験区 2 (96.0%) > 試験区 3 (95.3%) の順に高かったが、その差は小さかった。平均体重は、10 月の約 52 g から、3 月には試験区 1 (136.6 g) > 試験区 3 (134.6 g) > 試験区 2 (130.8 g) の順に高くなったが、有意差はみられなかった。試験終了時の血液性状 (平均値) を表 1 に示した。GOT 及び GPT は、各区とも低めであった。比肝重値は、試験区 1 が 12.0% , 試験区 3 が 10.7% , 試験区 2 が 10.5% で、外観の異常はみられなかった。

## まとめ

1) 試験終了時における試験区間の成長及び生残率の差は小さく、各区とも肝機能障害はみられなかったため、脂質含量の異なるEPの切り替え効果は不明であった。(担当：若杉)

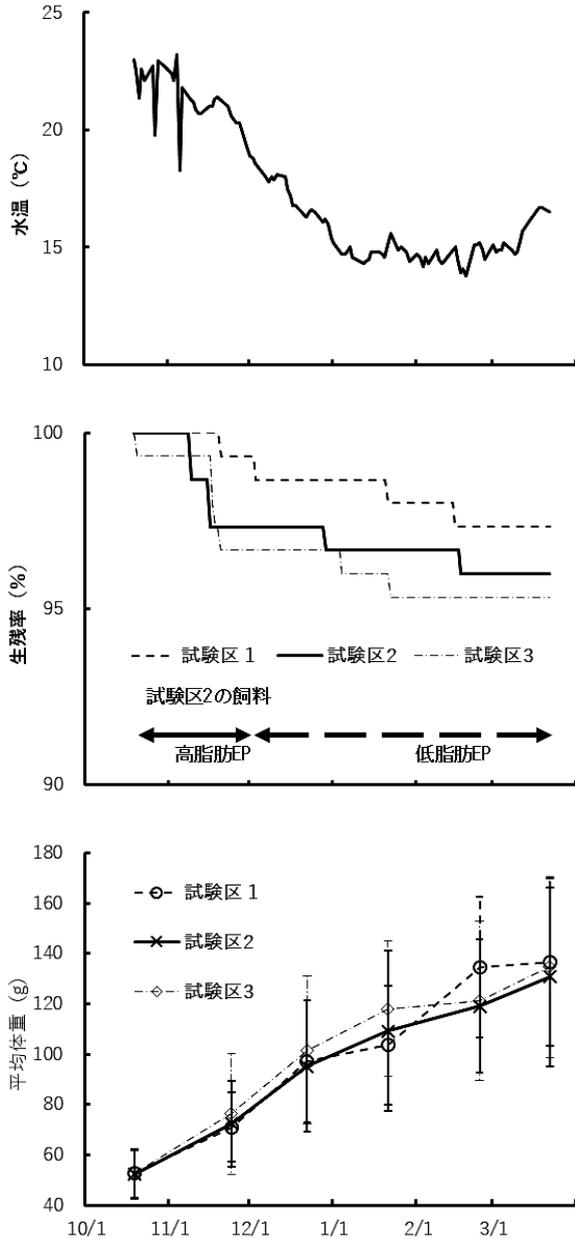


図1 水温、生残率及び平均体重の推移

表1 試験終了時の血液性状 (平均値)

試験区	TCHO (mg / dl)	TG (mg / dl)	TP (g / dl)	GOT (U / l)	GPT (U / l)	TBIL (mg / dl)	Ht値 (%)
試験区1	44.4	129.0	4.2	15.8	14.8	0.1	24.6
試験区2	30.2	79.2	4.3	8.6	7.0	0.1	26.9
試験区3	29.8	82.6	4.2	26.4	10.6	0.1	26.5

※n = 5

## IV. 魚病対策技術開発

### 1. 寄生虫性疾病の対策検討

トラフグやブリ類養殖で問題となっている寄生虫性疾病について、感染経路や中間宿主等解明されていない部分が多く、有効な対策が確立されていないため、その対策の検討や基礎的研究が必要であることから、以下の試験等を行った。

#### 1) トラフグの粘液胞子虫性やせ病対策

トラフグの粘液胞子虫性やせ病 (以下：やせ病とする) の原因寄生虫 *Enteromyxum leei* に対する市販の飼料添加物 (主成分：ヤマイモ抽出物) の有効性について検証した。

#### (1) 既感染魚に対する飼料添加物効果試験

##### 方法

**供試魚** 県内養殖場においてやせ病に罹患している0才魚 (試験開始時の平均体重 112.3 g) を用い、水産試験場の陸上1トン水槽3基に27尾ずつ収容した。

**試験区** 飼料添加物は、展着剤を用いて市販EPへ0.2%量及び0.5%量で展着し、添加物0.2%区、添加物0.5%区及び対照区を設定した。

**試験方法** 試験期間は、令和2年11月30日～令和3年1月5日とし、週5日の飽食給餌とした。飼育水は紫外線殺菌海水を用いて水温23°C前後となるよう加温し、へい死魚はPCR法にて *E. leei* の有無を確認した。

##### 結果

生残率の推移を図1に示した。

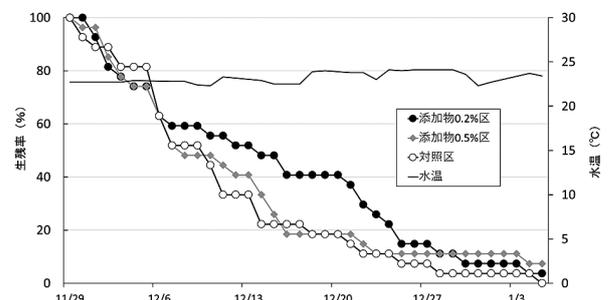


図1 生残率の推移

各試験区とも試験開始直後から断続的にへい死が発生した。生残率は、試験開始3週間後の添加物0.5%区及び対照区が18.5%に対し、添加物0.2%区が40.7%と少し良い傾向であったが、5週間後には3試験区とも

全滅した。へい死魚は、PCR 検査において全て *E. leei* 陽性であった。

## (2) 人為感染魚に対する飼料添加物効果試験

### 方法

**供試魚** 令和 2 年に水産試験場で生産されたトラフグ 0 才魚 (試験開始時の平均体重 263.9g) を用い、陸上 1 トン水槽 3 基に 30 尾ずつ収容した。

**試験区** 市販 EP に展着剤を用いて 0.2% 量の飼料添加物を展着した添加物区、感染魚の冷凍腸管を事前給餌した冷凍腸管区及び対照区を設定した。

**試験方法** 試験期間は、令和 2 年 11 月 30 日～令和 3 年 3 月 15 日とし、11 月 30 日～12 月 17 日まで 18 日間予備飼育後、7 日間攻撃し、その後経過観察を行った。経過観察期間中は、添加物区は試験飼料を、冷凍腸管区及び対照区は無添加飼料を週 5 日飽食給餌した。飼育水は、紫外線殺菌海水を用いて水温 23℃前後となるよう加温し、へい死魚は PCR 法にて *E. leei* の有無を確認した。

**予備飼育** 添加物区は、試験飼料を週 5 日の飽食給餌とし、冷凍腸管区は、11 月 30 日から 5 日間感染魚の冷凍腸管を事前給餌した。

**攻撃** 感染魚の腸管を細断し、市販 EP と混合したものを経口給餌する方法で 7 日間攻撃を行った。

### 結果

攻撃試験後の生残率の推移を図 2 に示した。

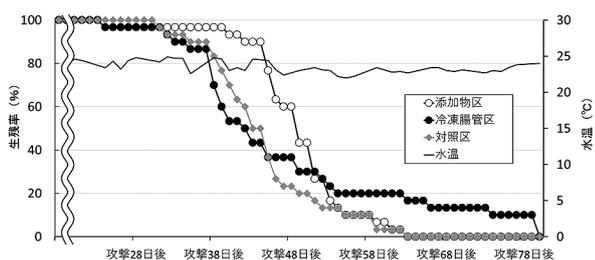


図 2 攻撃試験後の生残率の推移

添加物区及び冷凍腸管区は、攻撃終了 24 日後から、対照区は 32 日後からへい死が始まり、45 日後の生残率は、添加物区が 90.0%、冷凍腸管区が 43.3%、対照区が 50.0%と添加物区が良い傾向であったが、その後添加物区もへい死が増加し、63 日後には添加物区及び対照区が全滅した。冷凍腸管区は、攻撃終了 55 日後か

らへい死が減少し、回復するかと思われたが 81 日後に全滅した。へい死魚は PCR 検査において全て *E. leei* 陽性であった。

## 2) ブリ類のべこ病に関する研究

ブリ類のべこ病原因微胞子虫の交互宿主が養殖生簀の付着物内に棲息している可能性を検証するため、べこ病発生漁場の付着物とブリを同居させる感染試験を行った。

### 方法

**供試魚** 平成 31 年に (国研) 水産研究・教育機構西海区水産研究所 (現在、水産技術研究所) 五島庁舎で生産され、水産試験場の陸上水槽で飼育していたブリ 1 才魚 (平均体重 567.9g) を用い、陸上 1 トン水槽 2 基に 5 尾ずつ収容した。

**感染源** 例年べこ病の発生が確認されている水産試験場地先の養殖筏に令和 2 年 4 月 8 日及び 5 月 8 日に古網を 2～3 ヶ月間吊るし、付着物等 (無脊椎動物等) を着生させた。

**試験方法** 付着物等を着生させた古網 2 枚を、各々 1 トン水槽内のブリと約 1 ヶ月間 (令和 2 年 7 月 1 日～8 月 3 日) 同居させた後、ブリを解剖してべこ病のシストの有無を確認するとともに、PCR によりべこ病原因微胞子虫の DNA の有無を確認した。

### 結果

試験途中でへい死した 1 尾を除く 9 尾のブリの筋肉内にべこ病のシストは確認されず、PCR 検査も全て陰性であった。

## 3) ブリ類の住血吸虫に関する研究

ブリ類の住血吸虫の生活環を解明するため、ブリ類養殖場周辺の無脊椎動物を採集し、中間宿主を探索したが、中間宿主を見つけることはできなかった。

### まとめ

- 1) トラフグの粘液胞子虫性やせ病に対する飼料添加物の効果は、発症魚には認められなかったが、未発症魚では発症を遅延させる傾向が窺われた。
- 2) べこ病発生筏で得られた付着物等とブリを同居させたが、べこ病の感染は成立しなかった。

(担当：杉原)

## 2. 総合推進対策

養殖衛生に関する情報収集、関係機関との情報交換及び防疫対策技術の普及等を目的に、全国会議への出席（表1）、地域合同検討会への出席（表2）、県内防疫対策会議の開催（表3）を実施した。

## 3. 養殖衛生管理指導

### 1) 水産用医薬品の適正使用の指導

水産用医薬品等の使用の適正化を図るため、随時指導を行った。

### 2) 適正な養殖管理・ワクチン使用の指導

適正な養殖管理、防疫対策と水産用ワクチンの適正使用を図るため、養殖衛生講習会（表4）を、診断技術向上のため、魚病診断技術講習会（表5）を開催した。

## 4. 養殖場の調査・監視

養殖業者に対し医薬品使用状況の調査を行うとともに、医薬品等の使用歴のある養殖魚のうち、出荷前のものについて簡易検査法により医薬品残留検査を行った。トラフグ10検体、マダイ11検体及びブリ10検体の計31検体を検査した結果、全ての検体から薬品は検出されなかった。

## 5. 疾病対策

水産業普及指導センターと連携し、県内で発生した212件の魚病について付表2その1～3のとおり診断及び被害調査等を実施した。

（担当：杉原）

表1 全国会議

開催時期	開催場所	主な議題
R2年12月1～2日	三重県	・ 話題提供
R3年3月5日	web会議	・ 水産防疫の実施状況等 ・ 水産防疫対策事業の成果概要 ・ 養殖魚の迅速な診断体制に向けた対応について

表2 地域合同検討会

開催時期	開催場所	主な議題
R2年11月	メール会議 (幹事県:熊本県)	・ 各県魚病発生状況 ・ 水産庁への要望等
R3年2月	メール会議 (幹事県:鹿児島県)	・ 各県魚病発生状況 ・ 話題提供, 研究発表 ・ 総合討議

表3 県内防疫対策会議

開催時期	開催場所	主な議題
R2年12月10日	長崎市	・ 魚病関連会議等の情報について ・ 令和元年10月～令和2年9月の魚病発生状況および魚類養殖指導上の問題点 ・ 話題提供, 事例紹介 ・ 総合討議
R3年2～3月	メール会議	・ 水産用ワクチンの使用状況について ・ 水産用ワクチンの指導体制について ・ その他

表4 養殖衛生講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容
R3年1月27日	長崎市	養殖業者等 （計7名）	トラフグの粘液胞子虫性やせ病について
R3年2月24日	松浦市	養殖業者等 （計14名）	トラフグの粘液胞子虫性やせ病について
R3年3月2日	壱岐市	養殖業者等 （計18名）	水産用注射ワクチンの接種技術について
R3年3月29日	総合水試	養殖業者等 （計11名）	水産用注射ワクチンの接種技術について

表5 魚病診断技術講習会

開催時期	開催場所	対象者（人数）	内容
R2年10月6日	総合水試	普及員・種苗生産施設職員 （計11名）	魚病診断について
R2年12月11日	総合水試	普及員・市職員, 種苗生産施設職員 （計13名）	マダいのVHS目視検査について
R3年3月12日	総合水試	種苗生産施設職員 （計1名）	PCR検査の実施方法について

## 5. 県産ブリの付加価値向上を図る新技術の開発(養殖技術開発)

杉原志貴・宮原治郎・若杉隆信・石井義真

全国有数の漁獲量を誇る本県産ブリは、3月から5月にかけての産卵期に大量に漁獲され、非常に安価となる「彼岸ブリ」が大半を占めている。このため、彼岸ブリを加工原料及び養殖用種苗として活用する技術を開発し、付加価値向上を図る。今回は、餌付け技術の開発や寄生虫対策に取り組んだ。

### I. 餌付け試験

令和元年度に引き続き、彼岸ブリを効率的にEPへ餌付けする方法を検討した。

#### 方法

**供試魚及び試験方法** 彼岸ブリは、五島市の定置網で漁獲されたものを令和2年4月15日に総合水産試験場の5m×5m×5mの海面網生簀に収容し、馴致した。試験期間は、令和2年4月21日～7月15日とした。

**試験区** 試験区はEP区(104尾)及びモイストペレット(以下、MPとする)区(105尾)の各区1網で設定した。給餌は、週5日の飽食給餌を基本とした。EP区は、オキアミ→生餌(アジ、サバ)→ブリ用市販EPの順に、MP区は、オキアミ→生餌→MP(マッシュ1:生餌1)→EPの順に、ある程度餌付いた段階で次の餌に切り替えた。

**魚体測定** 毎月1回、全数の尾叉長と体重を測定した。

#### 結果

**生残率** 生残率の推移を図1に示した。両区とも大きなへい死はなく、生残率は、EP区が91%、MP区が93%であった。

**餌付け** 両区とも試験終了時にはほとんどの個体がEPを摂餌するようになったが、EP区は、生餌からEPへ餌付くのに時間が掛かり、餌付け試験終了後に痩せて餓死する個体が見られた。MP区は、生餌からMPへの餌付けがスムーズにでき、MPで

配合飼料に慣れることからEPに餌付きやすかった。

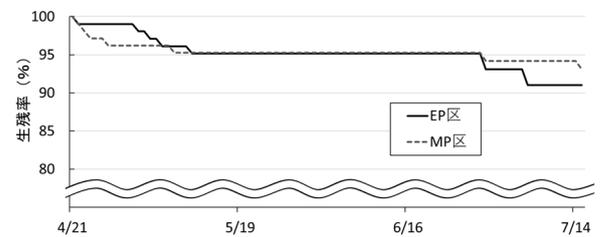


図1 生残率の推移

### まとめ

1) オキアミ→生餌→MP→EPの順に餌を切り替えることでEPへの餌付けがスムーズにできた。

### II. 育成試験

彼岸ブリの周年飼育を行い、成長、肥満度及び粗脂肪含量のデータを収集した。

#### 方法

**供試魚及び試験方法** 餌付け試験に引き続き、同生簀で彼岸ブリを継続飼育した。試験期間は、令和2年4月21日～令和3年3月9日とした。

**魚体測定** 毎月1回、全数の尾叉長と体重を測定した。

**粗脂肪含量の測定** 魚体測定時にサンプリングした5尾について、胸鰭後方から3cmを切り取り、背骨から上部を背肉、下部を腹肉とし、皮を剥いた後にミンチ処理を行い、ソックスレー法で粗脂肪を抽出後、重量法で粗脂肪含量を算出した。

#### 結果

**平均体重及び平均肥満度** 平均体重と平均肥満度の推移を図2に示した。平均体重は、4月(5.2kg)から9月(4.7kg)までは停滞したが、10月以降増加し、3月には8.1kgとなった。平均肥満度は、平均体重と同様の増減を示し、4月の13.2から3月には17.2となった。

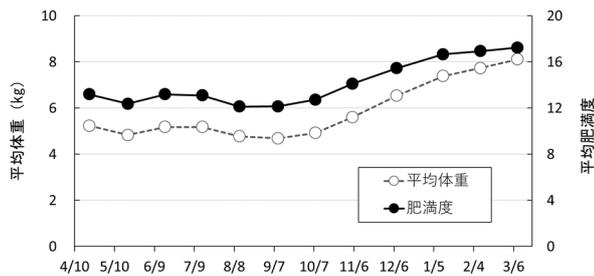


図2 平均体重と平均肥満度の推移

**粗脂肪含量** 2ヶ月毎の平均粗脂肪含量の推移を図3に示した。粗脂肪含量は、周年、背肉より腹肉が高く、4月(背肉2.0%, 腹肉3.7%)から8月にかけて増加後、10月に減少したが、12月(背肉7.8%, 腹肉15.0%)から2月(背肉13.6%, 腹肉20.4%)にかけてかなり増加した。

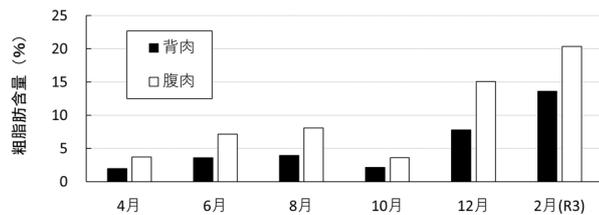


図3 平均粗脂肪含量の推移

### まとめ

- 1) 成長は、9月までは停滞したものの、10月以降増加し、粗脂肪含量は、4月から2月にかけて背肉では11.6%、腹肉では16.7%増加した。

### Ⅲ. 寄生虫対策の検討

彼岸ブリの筋肉中には、*Philometroides seriolae* (以下、フィロメトロイデスとする)の寄生がみられることがあり、寄生状況に応じて魚価の低下に繋がるが、その生活環は不明であり、有効な対策が確立されていないため、以下の試験を行った。

### 1. フィロメトロイデスの季節的消長

彼岸ブリの筋肉内に寄生するフィロメトロイデスの飼育下における季節的消長を確認するため、モニタリングを行った。

#### 方法

**供試魚及び試験方法** 餌付け試験と由来が同じ彼岸ブリを用いた。調査期間は、令和2年4月21日～令和3年3月9日とした。

**寄生虫検査** 開始時5尾、5月以降は5～10尾を毎月1回サンプリングした。筋肉内のフィロメトロイデスの寄生及び寄生痕は、魚体の三枚おろし後、筋肉を1cm程度の厚さに切って確認した。

#### 結果

フィロメトロイデスの寄生率と寄生痕率の推移を図4に、平均寄生数と平均寄生痕数の推移を図5に示した。寄生率は40～100%、寄生痕数は60～100%で推移した。平均寄生数は、7月に9.6個体/尾と最も多くなり、その後減少して11月に1.7個体/尾となったが、12月に4.5個体/尾と増加し、3月に1.4個体/尾に減少し、昨年度と同様の推移を示した。平均寄生痕数は、0.8～3.4個/尾で推移し、特徴的な変化はみられなかった。

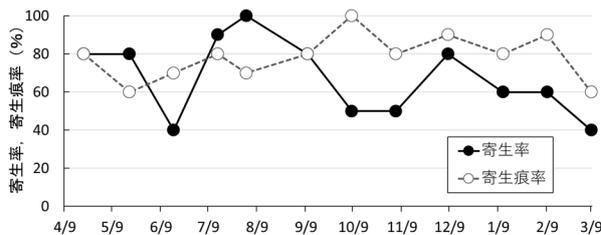


図4 寄生率と寄生痕率の推移

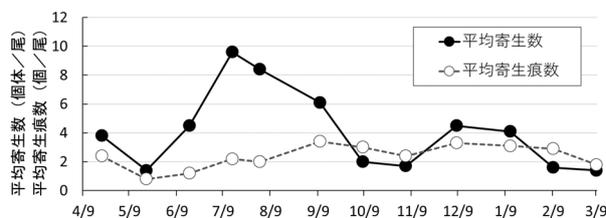


図5 平均寄生数と平均寄生痕数の推移

### 2. プラジクアンテル投薬試験

フィロメトロイデスに対するプラジクアンテルの駆虫効果をみるため、昨年度はオキアミに展着

させて投薬したが、吐き出す個体がいる、十分な投薬ができていない可能性があったため、投薬方法を改良して行った。

**供試魚及び試験方法** 餌付け試験と由来が同じ彼岸ブリを5m×5m×5mの海面網生簀に投薬区25尾、対照区52尾の各区1網で設定した。試験期間は、令和2年10月8日～令和3年1月12日とした。

**試験区** 投薬区は、プラジクアンテル製剤を倍量のマッシュと混合して加水し、楕円形に成形して凍結したものを魚体重の2%量のMPの中に埋め込む方法で作製し、プラジクアンテルの濃度を150mg/kg・日として10月12～14日の3日間投薬した。対照区及び投薬期間以外の投薬区は、EPを週5日の飽食給餌とした。

**寄生虫検査** 開始時10尾、投薬終了の2週間後(10月28日)、3週間後(11月5日)、8週間後(12月8日)及び13週間後(1月12日)に各区5尾ずつをサンプリングした。筋肉内のフィロメトロイデスの寄生数は、魚体の三枚おろし後、筋肉を1cm程度の厚さに切って確認した。

## 結果

フィロメトロイデスの寄生数(平均値)を表1に示した。寄生数は、開始時の2.0個体/尾から投薬終了の2週間後の投薬区が8.4個体/尾、対照区が4.0個体/尾に増加し、3週間後の投薬区が1.4個体/尾、対照区が2.0個体/尾に減少したが、8週間後に両区とも増加した。投薬区のブリは、薬剤入りMPを吐き出すことが無く、投薬終了の13週間後においても開始時より寄生数が多かったことからプラジクアンテルの駆虫効果はほとんどないものと考えられた。

表1 フィロメトロイデスの寄生数

(平均値: 個体/尾)

	10/8	10/28	11/5	12/8	1/12	
寄生数	対照区	2.0	4.0	2.0	4.6	5.4
	投薬区		8.4	1.4	4.4	2.8

## まとめ

- 1) フィロメトロイデスの寄生数は、初夏に増加し、秋に減少したが、周年寄生が確認された。
- 2) プラジクアンテルにフィロメトロイデスの駆虫効果は期待できないものと考えられた。

(担当: 杉原)

## 6. 養殖業成長産業化技術開発事業 (養殖魚の低価格・高効率飼料の開発)

宮原治郎

本プロジェクトは、(国研)水産研究・教育機構水産技術研究所を中核機関として、東京海洋大学、愛媛県農林水産研究所水産研究センター、総合水産試験場が参画し、主要な養殖対象魚種であるブリとマダイについて、養殖コストを低減しうる魚の成長及び消化吸収特性にあった飼料を開発するため、飼料中の栄養素の消化吸収特性や要求性を評価するとともに、消化・成長に関わる生理機構の解明を行うことなどにより、養殖業の成長産業化に必要なボトルネックの克服に向けた技術開発を行うことを目的とする。

本年度は、ブリ 0 才魚については、代替飼料原料(大豆油粕など)を含む試験飼料を与え、飼料原料毎のタンパク質と総養分量の消化率を求めた。また、魚粉 40%飼料と魚粉 20%飼料を与え、消化管滞留時間を測定し、低魚粉飼料が消化速度へ及ぼす影響を評価した。ブリ 1 才魚については、0 才時から 274 日間、低魚粉 25%飼料を摂餌経験したブリと通常飼育ブリを市販 EP (魚粉 52%) 及び魚粉 20%飼料で 20 週間飼育し、低魚粉飼料摂餌経験効果があるかを検討した。

(担当：宮原)