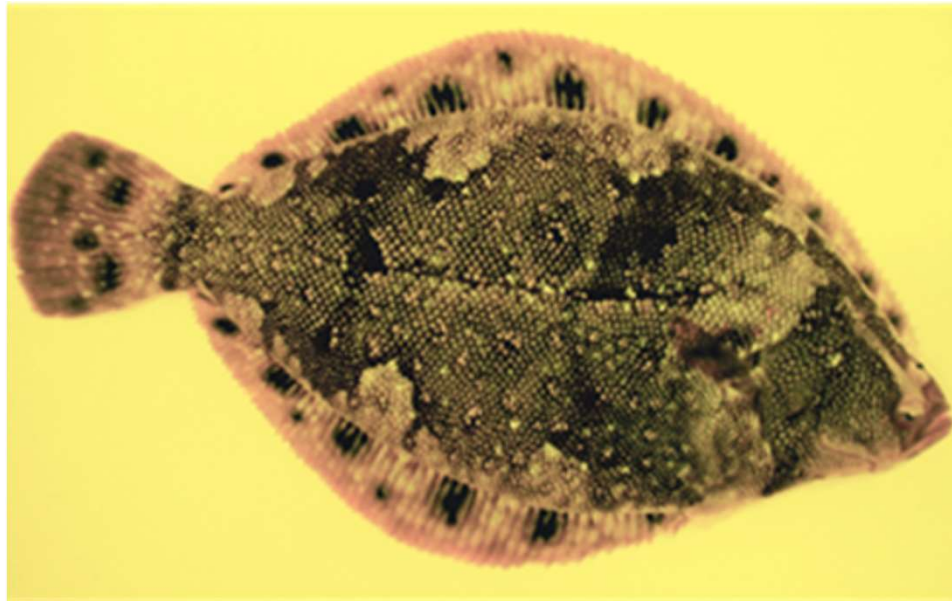


# 緑色LED 光用いた ホシガレイ促成養殖について



ホシガレイ *Verasper variegatus*

**成長が速い, 大型になる**

(全長60cm, 体重4kg)

刺身や寿司ネタとして高い人気

**「超高級魚」**(~3万円/kg)

ex.ヒラメ・マダイ (~5,000円/kg)

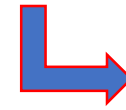
**新たな栽培漁業や養殖業  
の対象種として注目**

**清水大輔 (水産研究・教育機構 水産技術研究所)**

# ホシガレイ養殖に取り組む背景



震災で東北沿岸における漁業者が減少



漁業生産減少

新たな産業の展開で新規着業者の増加

津波による浸水地域の有効利用

海面養殖に比べ生産性の向上が見込まれる陸上養殖に、LEDによる**特定波長光下での飼育**などの新たな技術を応用し、温暖な西日本に比べて水温条件で不利な東北寒冷地での**ホシガレイ陸上養殖**の技術開発を行い、被災地からの新産業の創出につなげる。

# 本日の内容

## ✓ 成長促進に有効な特定波長光の探索

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構  
革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）

## ✓ 特定波長光飼育による成長促進効果の仕組み

国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構  
革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）

## ✓ 特定波長飼育が養殖魚の品質に与える影響

公益財団法人 さんりく基金 調査研究事業

## ✓ 特定波長光飼育を利用したホシガレイの養殖実証試験

海面養殖・陸上養殖調査研究事業（宮古市・宮古漁協）

いずれも北里大学高橋教授との共同研究

# 試験設定（特定波長光探索）

試験水槽：500L白色水槽

試験区：屋内光区（対照区），屋内光+5色のLED光  
（青，青緑，緑，赤，白）

光源：LEDユニット（スタンレー電気製）

青：464nm，青緑：497nm，緑：518nm，赤：635nm，白

光強度：10  $\mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\text{ s}^{-1}$

光周期：10L：14D（7：00～17：00）

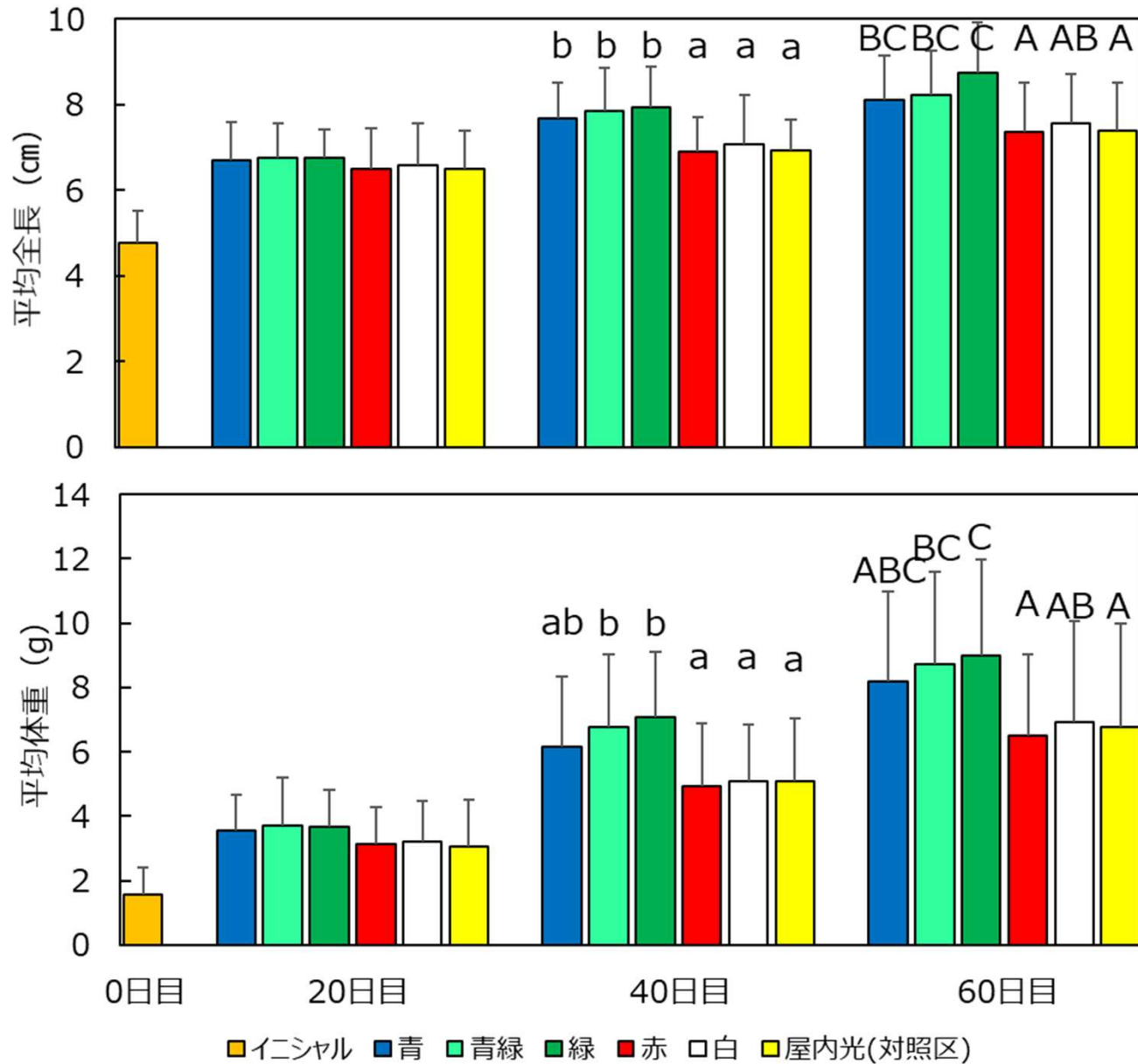
供試魚：ホシガレイ（TL4.8cm，各試験区n=40）

給餌条件：全ての試験区で残餌が出るように配合飼料を給餌

試験期間：60日間 水温：自然水温（10.0～16.5℃）



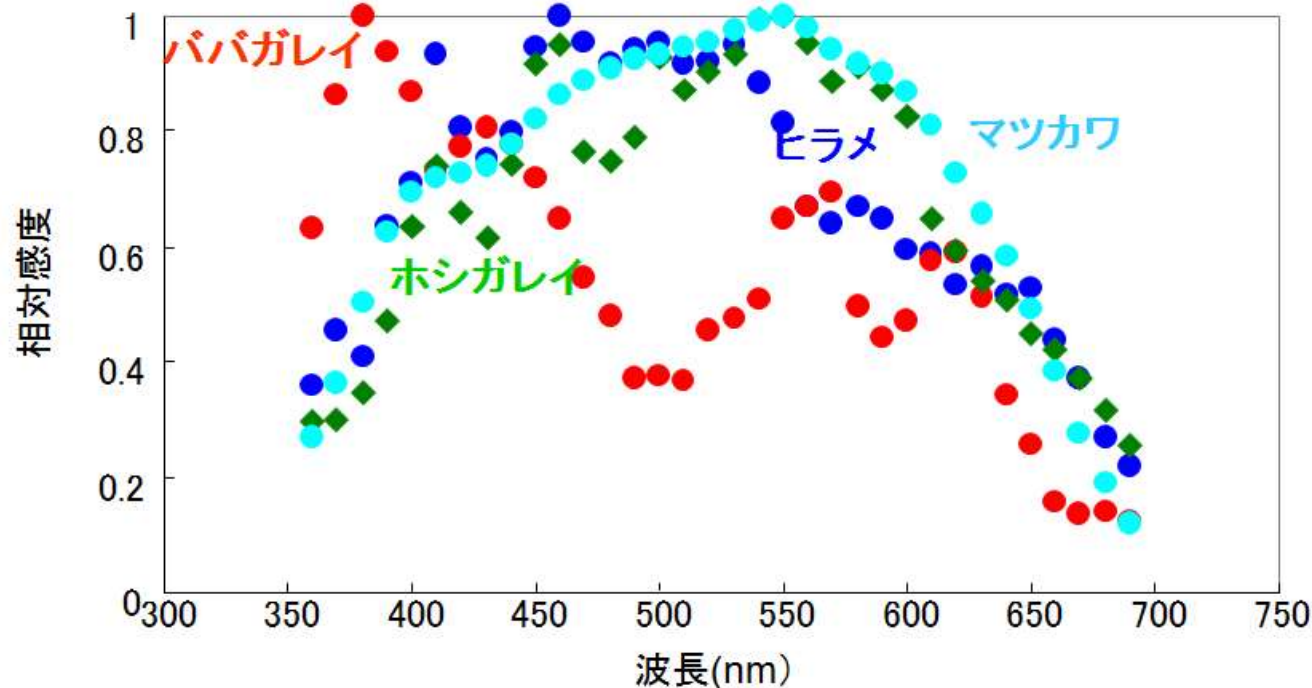
# 成長促進に有効な特定波長光探索（結果）



**緑，青緑，青で成長促進効果が認められた（対屋内光区）**

# 緑色光と色覚の関連

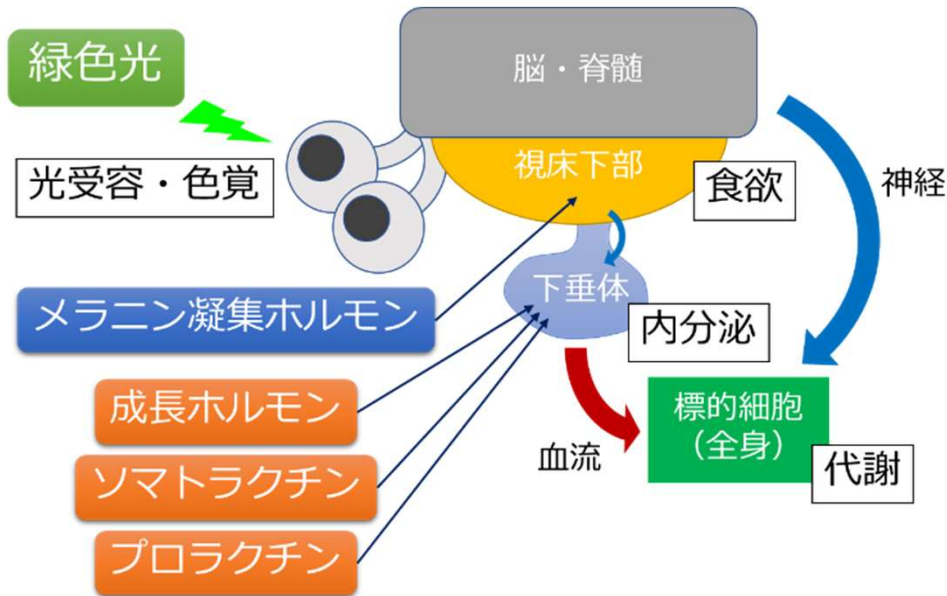
- ✓ マツカワでは青や緑の光を照射した飼育で、成長促進効果を確認  
錐体オプシンの吸収極大は青緑付近（490～500nm）に密集  
Takahashiら（2016）
- ✓ 網膜内活動電位による相対感度重心波長は、**マツカワ517nm**、**ホシガレイ521nm**、**ヒラメ511nm**  
清水・長谷川・柴田（2015）



EIRG (electro-intraretinal-retinogram, 網膜内活動電位)

# 緑色LED光照射による成長促進の仕組み

## 想定される内分泌メカニズム

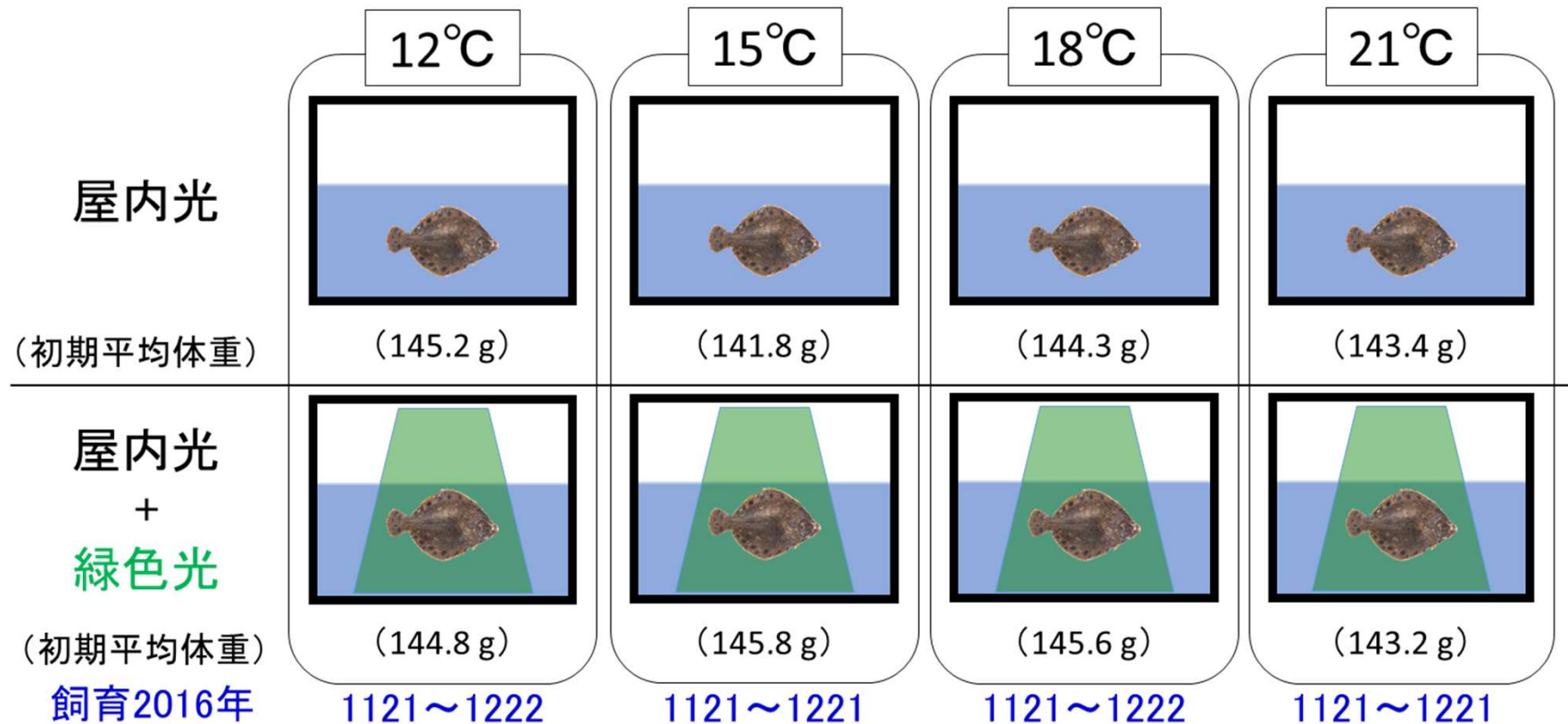


緑色光照射によるカレイ類の成長促進には、成長および食欲に関連する脳・下垂体ホルモンが関与する（仮説）

器官	研究対象ホルモン遺伝子
脳（視床下部）	メラニン凝集ホルモン-1
	メラニン凝集ホルモン-2
	ニューロペプチドY
	オレキシン
	アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド
	プロオピオメラノコルチン-C
脳下垂体	アグチ関連タンパク質
	成長ホルモン
	ソマトラクチン
	プロラクチン
	プロオピオメラノコルチン-A
	プロオピオメラノコルチン-B
	プロオピオメラノコルチン-C

# 試験設定

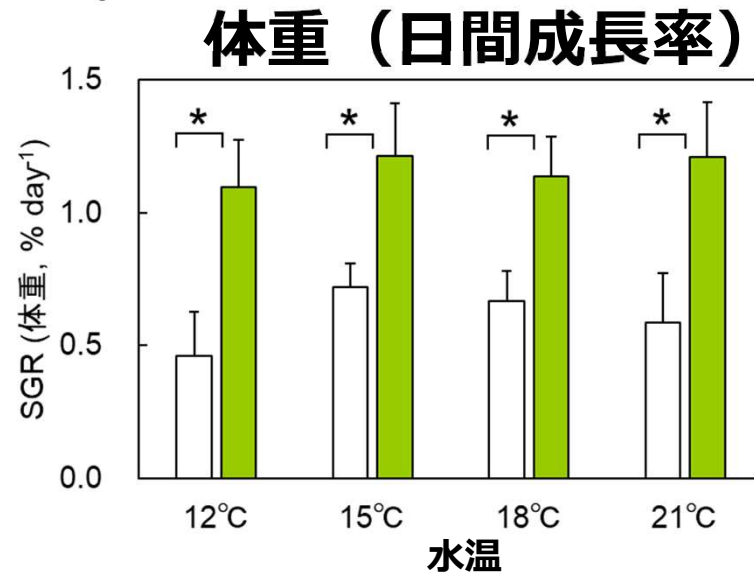
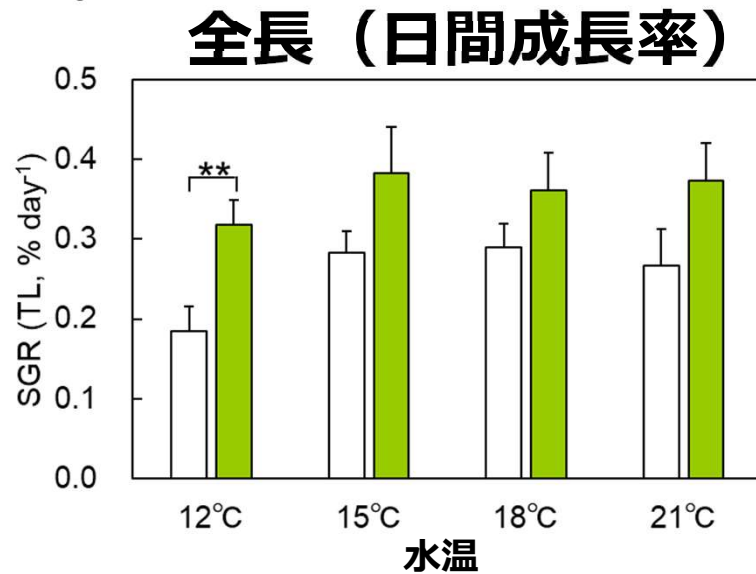
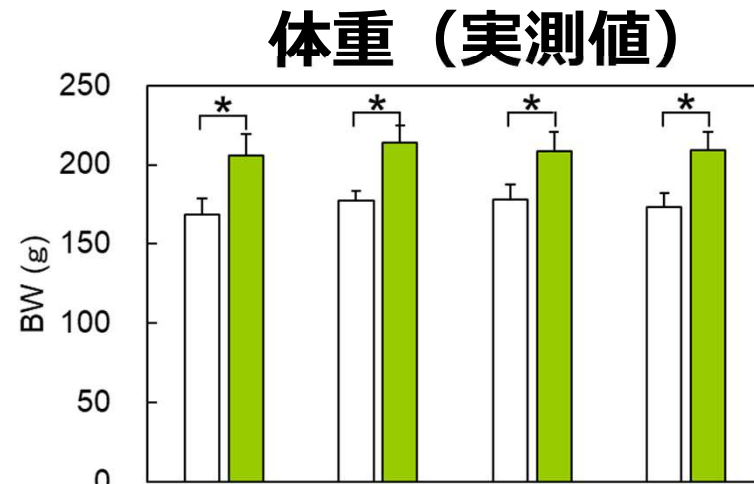
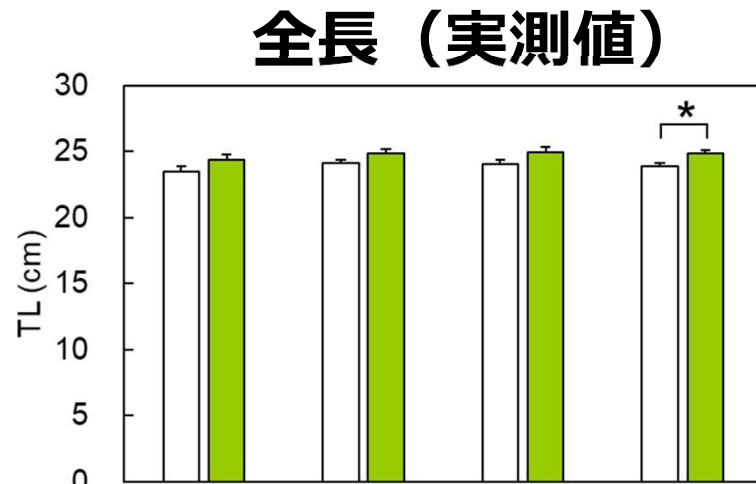
- ✓ ホシガレイの緑色光誘導性成長に対する水温の効果
- ✓ ホシガレイ内分泌系に対する緑色光の効果



収容数：8個体/水槽（黒色パンライト 0.5 t） 緑色LED光：ピーク波長：518 nm  
光量子束密度：10  $\mu\text{mol} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ （水面） 照射時間：7：00～17：00  
給餌：飽食量（全ての水槽で残餌が出るように同量を給餌）



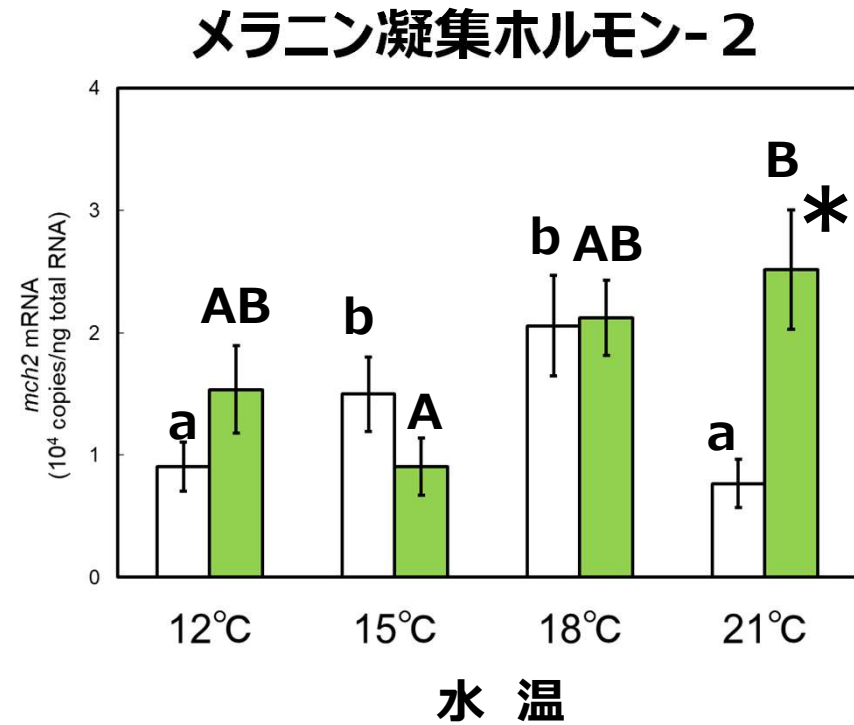
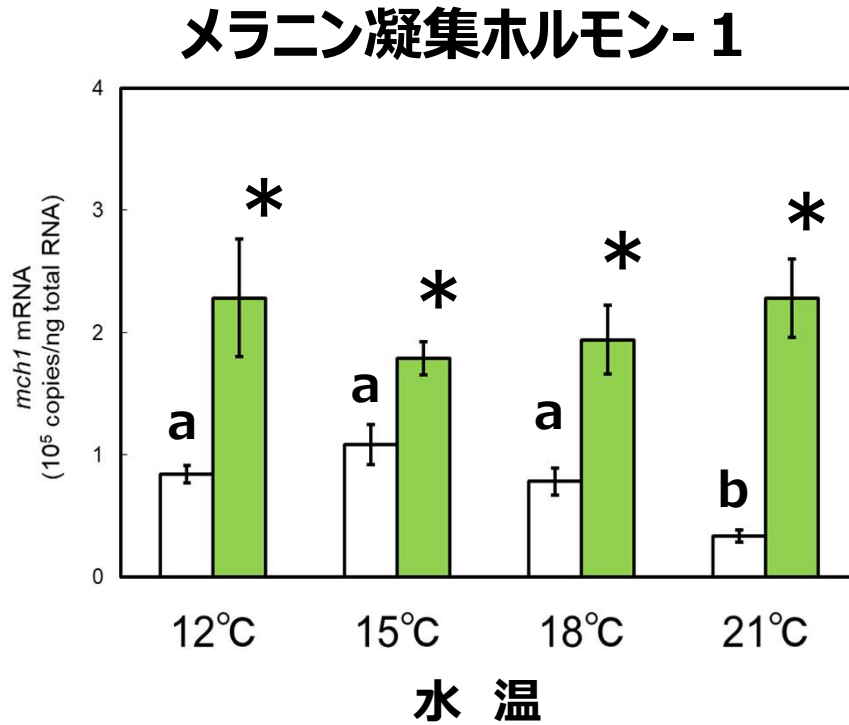
# ホシガレイの成長に対する緑色光の効果（水温別）



緑色光による成長促進効果は水温12～21°Cで認められた。

白：屋内光、緑：屋内光+緑色光

# MCH遺伝子の発現に対する緑色光の効果



緑色LED光により、メラニン凝集ホルモン（MCH）-1 遺伝子の発現がすべての水温で上昇

白：屋内光、緑：屋内光+緑色光

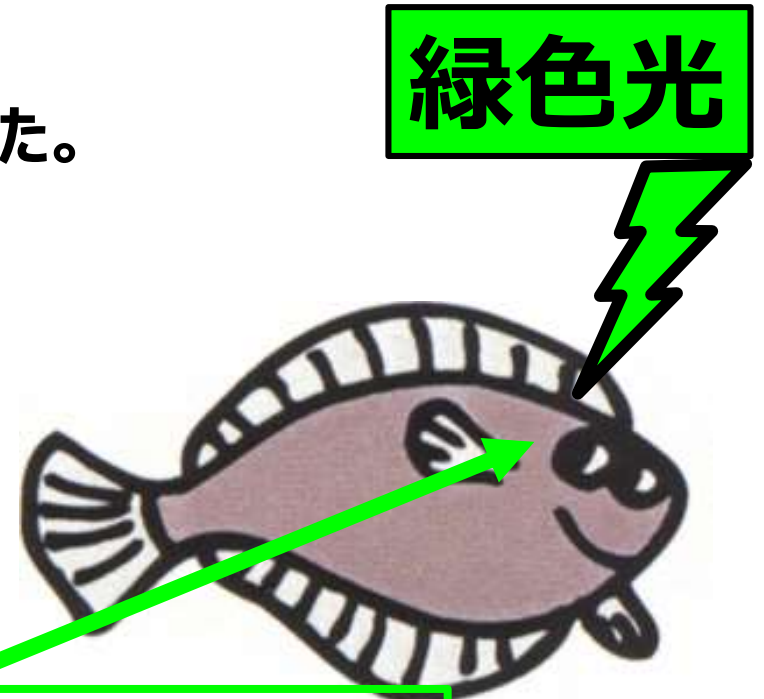
# 各種遺伝子の発現に対する緑色光の効果

器官	ホルモン遺伝子	飼育水温 (°C)			
		12	15	18	21
脳	メラニン凝集ホルモン (MCH) -1	●	●	●	●
	メラニン凝集ホルモン (MCH) -2	-	-	-	●
	ニューロペプチドY	-	●	-	●
	オレキシン	-	-	-	-
	アデニル酸シクラーゼ活性化ポリペプチド	●	-	●	●
	プロオピオメラノコルチン-C	●	-	-	-
	アグチ関連タンパク質 1	-	-	-	-
	アグチ関連タンパク質 2	-	-	-	-
脳下垂体	成長ホルモン	-	-	-	-
	ソマトラクチン	-	-	-	-
	プロラクチン	-	-	-	-
	プロオピオメラノコルチン-A	-	-	-	-
	プロオピオメラノコルチン-B	-	-	-	-
	プロオピオメラノコルチン-C	-	-	-	-

● : 上昇, - : 変動なし

# 緑色光と食欲・代謝ホルモンの関連（まとめ）

- ① ホシガレイにおいて、緑色光による成長促進効果は水温12～21℃で認められた。
- ② 緑色光照射によりメラニン凝集ホルモン（MCH）の遺伝子発現が上昇した。
- ③ 緑色光下で、MCHが食欲を亢進する可能性がある。



脳内で、MCHにより食欲亢進

※課題：MCHの食欲亢進作用証明

# 試験設定（品質に与える影響）

試験水槽：6 kL角形水槽（実水量3 kL）

試験区：屋内光区（対照区），屋内光+緑LED光

光源：LEDユニット（スタンレー電気製） 緑：518nm

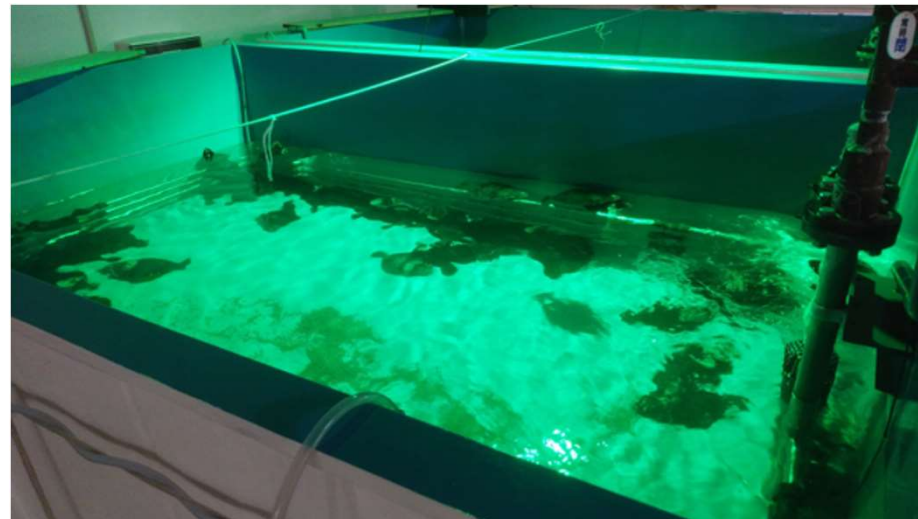
光強度： $10 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  光周期：10L：14D

供試魚：ホシガレイ成魚（BW $721.9 \pm 35.8\text{g}$ ，各試験区n=15）

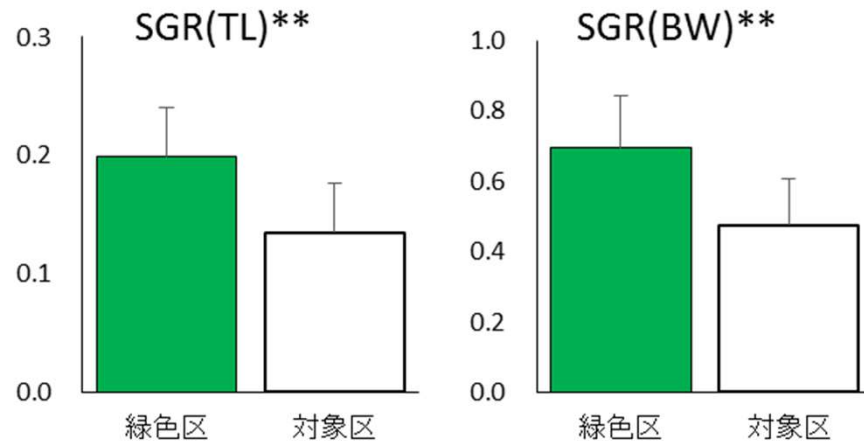
給餌条件：全ての試験区で残餌が出るように配合飼料を給餌

試験期間：60日間

水温：自然水温  
( $17.8 \sim 20.8^\circ\text{C}$ )



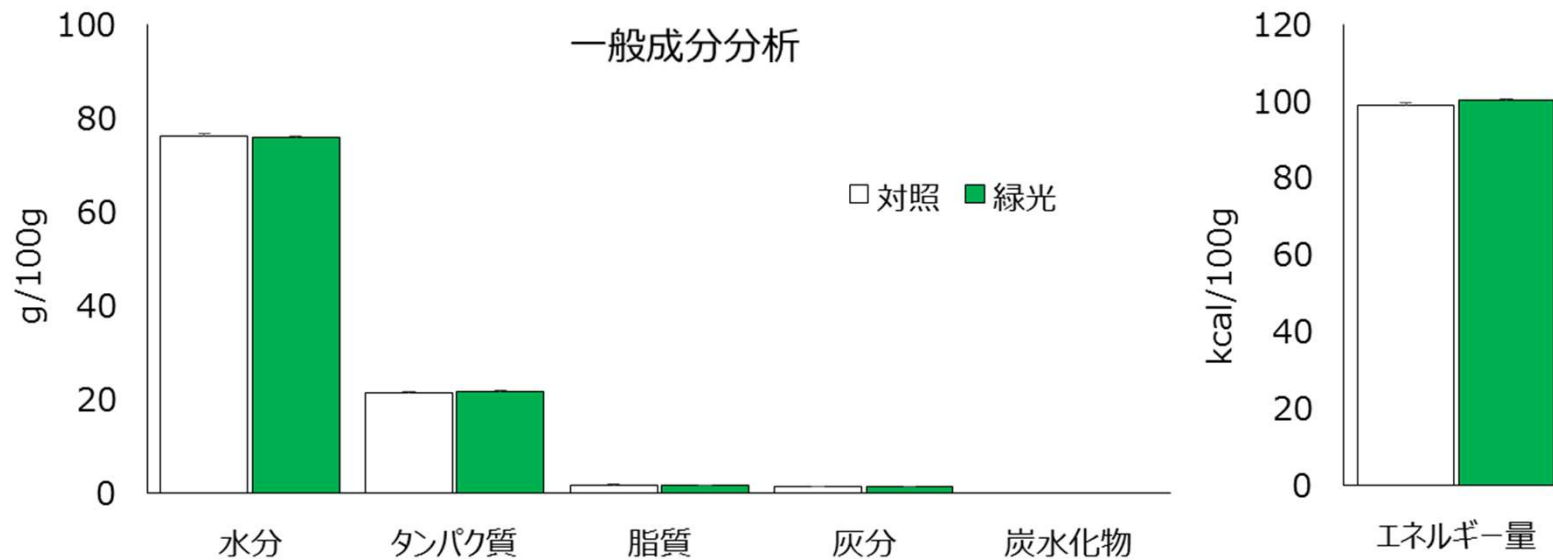
# 一般成分分析



## 筋肉中の一般成分分析

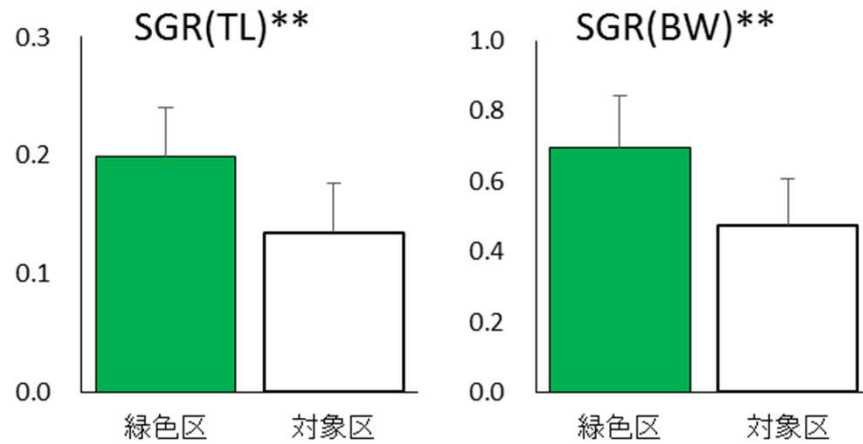
水分  
タンパク質  
脂質  
灰分  
エネルギー量

飼育試験（60日間）で有意差のあった集団を供試

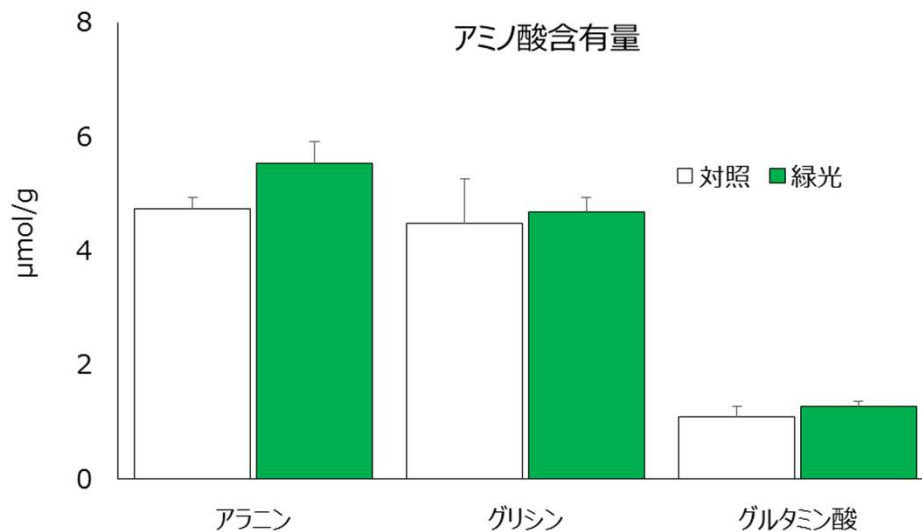


一般成分分析で緑色LED区と対象区で有意差は無かった

# 遊離アミノ酸組成



飼育試験（60日間）で有意差のあった集団を供試



	対照区	緑色区
P-Ser	0.39±0.01	0.39±0.00
Tau	18.28±0.15	18.40±0.98
Asp	0.21±0.10	0.08±0.04
Thr	2.43±0.21	2.14±0.14
Ser	1.03±0.08	1.06±0.14
Glu	1.09±0.18	1.26±0.09
Gly	4.48±0.77	4.67±0.26
Ala	4.72±0.21	5.52±0.38
Val	0.08±0.02	0.10±0.02
Ile	0.10±0.02	0.11±0.01
Leu	0.16±0.03	0.17±0.02
Phe	0.07±0.01	0.07±0.01
His	0.22±0.05	0.24±0.02
Lys	0.17±0.03	0.17±0.01
Arg	0.05±0.02	0.05±0.01
Pro	0.45±0.08	0.55±0.01

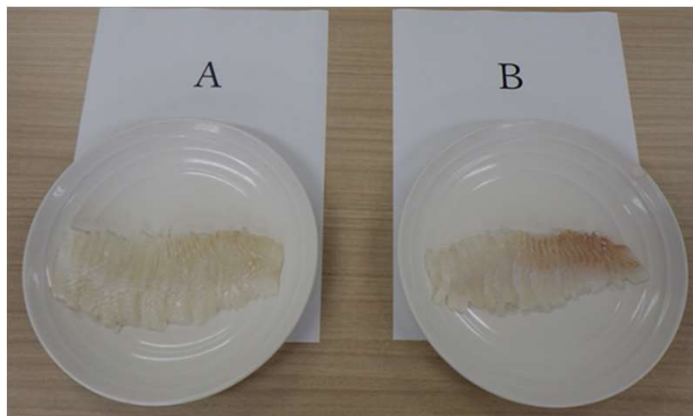
有意差なし

含量が高く味への関与が高いアラニン、  
グリシン、グルタミン酸の組成

# 官能試験（歯ごたえ，脂ののり，香り，美味しさ）

被験者79名

東北水研，中央水研，北里大学



養殖ホシガレイ美味しさ評価 回答シート

刺身を2種類用意しました。

以下の質問の評価をして該当するものに○を付けてください。

食べた感覚でお答えください。（醤油等調味料は使用しないでください）

食べる順番は問いません。

質問1. 歯ごたえが硬いと感じた刺身はどちらですか？

A・・・B・・・どちらも変わらない

質問2. 脂がのっていると感じた刺身はどちらですか？

A・・・B・・・どちらも変わらない

質問3. 良い香りと感じた刺身はどちらですか？

A・・・B・・・どちらも変わらない

質問4. 美味しいと感じた刺身はどちらですか？

A・・・B・・・どちらも変わらない

以下に感想など自由にお書きください（自由回答）

[自由回答欄]

該当する番号に○を付けてください。

性別 1 男性・2 女性

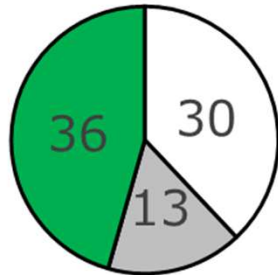
年齢 1：20～29歳 ・ 2：30～39歳 ・ 3：40～49歳 ・ 4：50歳以上～

ご協力ありがとうございました

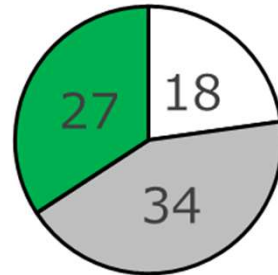


# 官能試験, 味認識装置

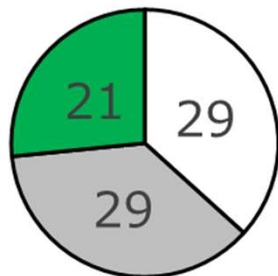
歯ごたえが良い



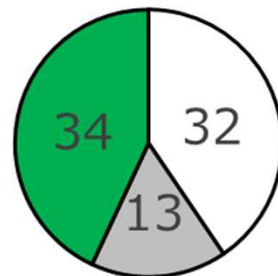
脂がのっている



香りが良い



美味しい



□ 対照 □ どちらも変わらない ■ 緑光

官能試験の結果 (有意差なし)

	対照	緑光
酸味	-47.3±0.2	-47.0±0.6
苦味雑味	1.6±0.1	1.7±0.3
渋味刺激	-2.3±0.1	-2.2±0.1
旨味	7.1±0.1	7.2±0.2
塩味	-5.8±0.6	-5.8±0.0
苦味	-0.9±0.0	-0.9±0.0
渋味	-0.3±0.0	-0.3±0.0
旨味コク	1.9±0.0	1.9±0.1

有意差なし

ホシガレイの熱水抽出エキスの推定値から、「苦味雑味」と「旨味」「塩味」「旨味コク」の4つの味質項目について評価対象とした

# ホシガレイ陸上養殖の展開へ向けて 生産性を最大限にする条件

光条件：光周期，光強度・・・

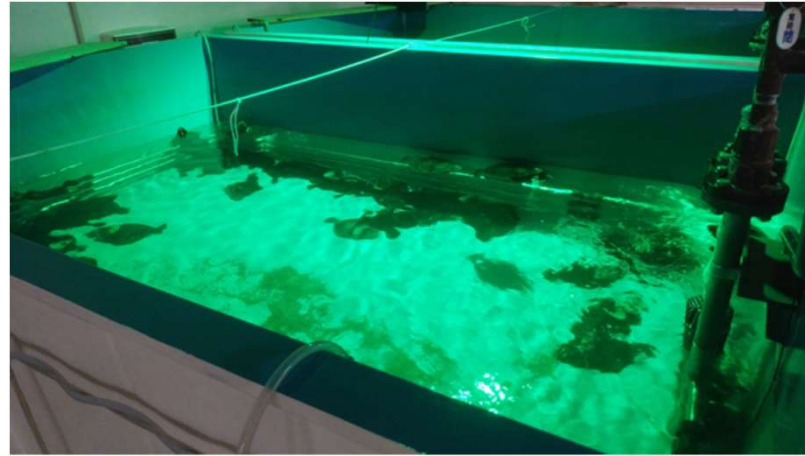
水温：12℃以上

塩分：20%海水以上

密度：

# 飼育密度の検討

緑色光を照射飼育でホシガレイの行動が変化（泳ぎ回る）  
→緑色光照射でにより水槽を3次的に利用できるのではないか？



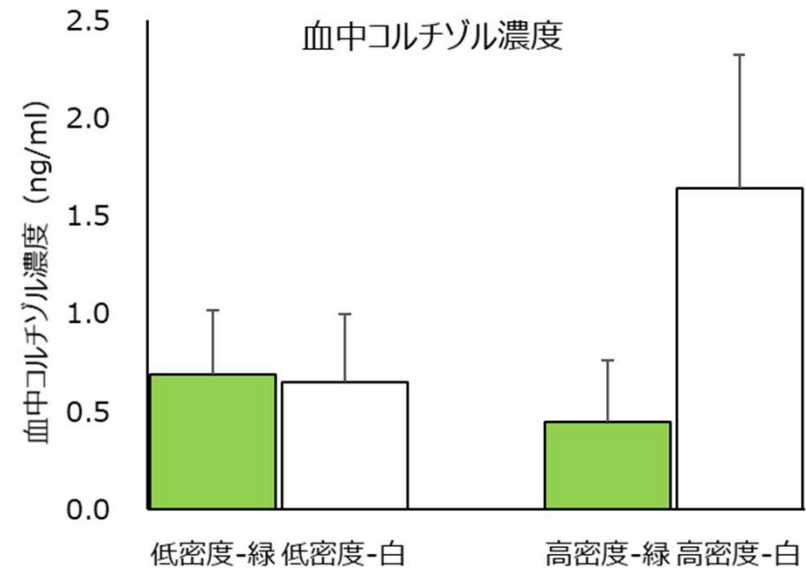
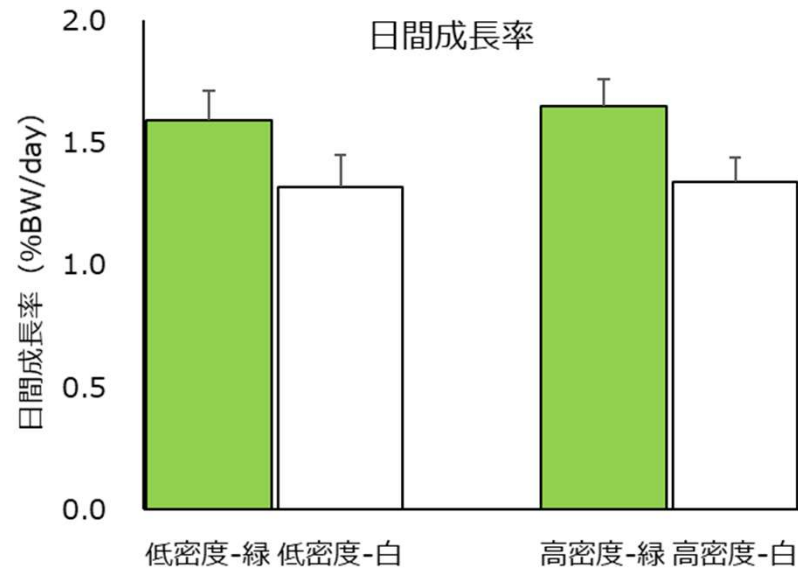
光強度：  $10 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2} \text{ s}^{-1}$       光周期： 10L : 14D

試験期間： 32日間      供試魚： ホシガレイ（TL約30cm）

水温： 自然水温（10.0～16.5℃）

試験区： 低密度区（80尾，約5kg/m<sup>2</sup>） 通常の飼育密度  
高密度区（240尾，約15kg/m<sup>2</sup>）

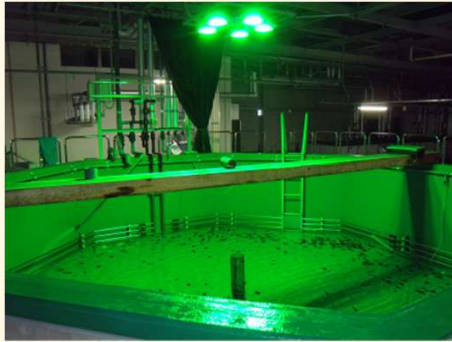
# 飼育密度の検討



- ✓ 緑色光照射で成長促進
- ✓ 密度による成長差は無し
- ✓ ストレスの指標として血中コルチゾル濃度  
→ 緑色光照射で、高密度のストレスが軽減される可能性

# ホシガレイ陸上養殖の展開へ向けて

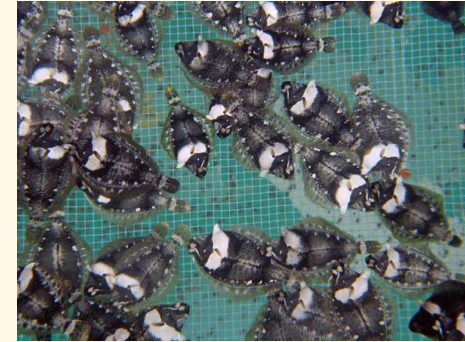
① 効率的な緑LED光  
照射飼育



② 寒冷地仕様の  
閉鎖循環システム



③ 安価なホシガレイ  
種苗の安定供給



三陸地域の漁業協同組合，新規養殖業者

雇用促進

水産物の安定供給・増産

地域振興

実証規模でホシガレイ陸上養殖試験開始

# まとめ

- ✓ **緑色LED光照射飼育が成長促進に有効**
- ✓ **MCH-1型の食欲亢進作用で摂餌量が増加し、成長が促進される可能性**
- ✓ **緑色LED光照射しても品質面に影響はない**
- ✓ **効率的な飼育条件（水温，塩分，密度など）とそれを可能とする閉鎖循環飼育技術**
- ✓ **実証試験で養殖期間短縮（2年→1年）**
- ✓ **新たな養殖対象種としてホシガレイの可能性**