2025.6.26 情報交換会の概要

(於 青葉山東北大学レアメタル棟)

<フェロー(角田出先生)の研究紹介・講演内容>

ー継往開来（けいおうかいらい）ー

．．．先人の事業を受け継ぎ，前途を切り開く



一般社団法人マリンエコバイオ研究所
理事(農博)　角田出 フェロー

トビハゼ・チチブ環境適応機構，EB発生調節
魚類の腎機能（尿生成機構）・心機能調節
トラフグの餌開発／ウナギの病気機序　等

コイ・マダイの低酸素適応・腎や内分泌機能
ウナギの細菌感染症と鉄・多元素変動
マウス腸での放射性物質の吸収阻害物　等

魚類の体表粘液分泌
ラクトフェリンの効果（生体防御・ストレス耐性・感染症）
魚類耳石の局所元素分析と生息環境履歴

北上川・三陸沿岸・東京湾の環境と魚健康
（内分泌攪乱化学物質による汚染と影響）
魚の耳石元素の局所分布と摂餌・ストレス
環境水の低酸素化と造血ホルモン　等

海藻フコイダン・米糠成分等で魚の機能調節
魚の前癌病変誘発と同制御・糖利用機構
LFによるX線照射マウスの生残・生理改善
微細氷・微細気泡で鮮度向上・機能改善
乳酸菌死菌体・未利用物による機能改善
魚の行動変化とネオニコチノイド系農薬　等
JST，Go-Tech，経産省関連，受託事業・・・

薬品企業研究員・教員

1989 助手

1994 講師
(独法)放射線医学総合研究所 研究員併任

1998 助教授
1999.6-2000.4　UBC

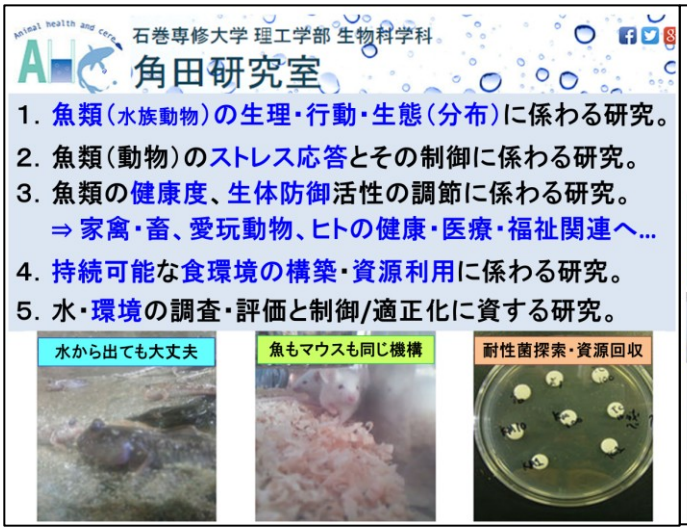
2003 教授
(日本学術会議)海水研究連絡委員会19期・同専門委員会委員(幹事)
流域圏生物システムの再構築専門委員会委員

2025 名誉教授・特別研究員

海水総合研究所外部評価委員 環境 食

日本海水学会　環境・生物資源研究会代表

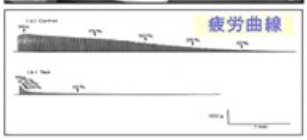
NPO環境保全米ネットワーク理事・監事





魚の生理や行動を種々の方法でとらえる



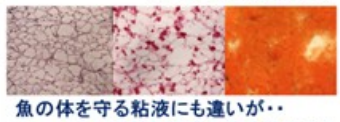


電気を測る（微弱な電気を捉える！）

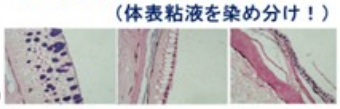


酵素を測る（顔と脳機能は違う！）

同じ臓器でも貯まる所が違う
（肝臓を染め分け！）



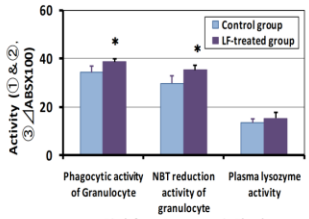
魚の体を守る粘液にも違いが‥
（体表粘液を染め分け！）



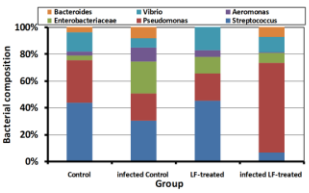
魚を病気から守れ！

生体防御機構を調べる ＆ 安全・天然物で調節・増強する

おなかの中の細菌叢を整えて、健康に！（プロバイオティクス）



細菌を食べる力
活性酸素で菌を殺す力
菌を溶かす力



おなかの中の細菌叢は、
餌の種類や量、餌の細菌叢、
環境水の塩分濃度や細菌叢、
ストレス負荷等で変化する！
⇒ 健康度アップ・安全管理

ストレス応答の適正化！

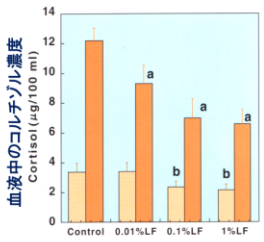


FIG. 10. Effect of LF on plasma level of cortisol in carp held at low density(□, 2 individuals /10 l) or high density(■, 10 individuals /10 l). a, b, $P<0.05$ vs. control group at each density ($n = 6$).

飼育密度を高めると、ストレス度も上がる。
でも、LFを与えておくと、上がりが小さい。
（森永乳業株式会社の国内・国際向けパンフレットにも掲載）

種々のストレス因子負荷
⇒ 副腎皮質（間腎腺）から，コルチゾル（ストレスホルモン）分泌
⇒ 塩類・糖代謝調節 or 機能異常

血液（血漿）中のコルチゾル濃度を調べれば，ストレス度が判る。

ラクトフェリン（LF）を食べた魚では，同程度の悪条件を負荷しても，コルチゾル濃度の上がりが少ない。

日常的なストレス軽減！
健康的、成長良好に・・・！ メカニズム？

- Hsp70等の増加を確認
- 脳内の伝達物質濃度変化（安静化）

魚の体色とその調節機構 → 異常と制御

無眼側の黒化



正常個体の無眼側

症状
成長とともに，
①辺縁部から中心部へと，
②胸鰭付根部分において，
着色が進む

‖

メラニン産生が進む

◎ 見た目の悪さから市場価値が下がる
◎ 人工種苗において顕著に見られる

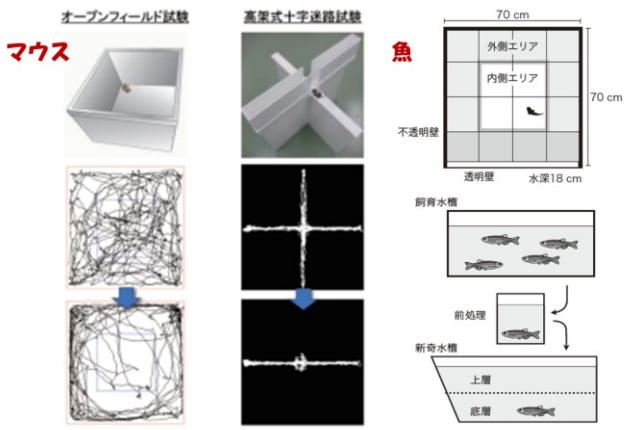


メカニズムを解明し，異常をなくす！

黒化個体（着色型）
コルチゾル・ミフェプリストン利用

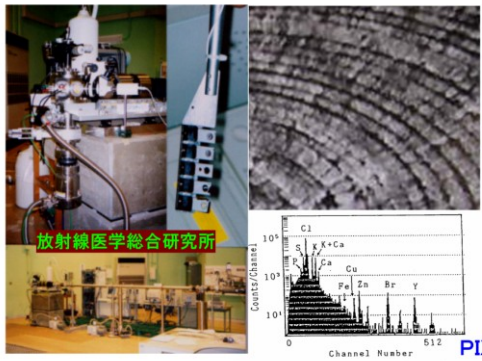
・ストレスがヒラメの無眼側黒化に大きく関係することが判明！
・自律神経失調も原因か？ ⇒ 活性促進・受容体活性阻害の影響調査等

行動把握試験： 社会性、不安行動、心地よさの検討



耳石を調べると，魚の年齢 ＋ 生まれてからの履歴もわかる ?!





PIXE分析像（例）

魚の耳石の走査電子顕微鏡像（毎日，新たな層が出来る！）

⇓

日輪毎に元素を調べる

⇓

生息履歴が推定できる！

栄養素(糖)の代謝



β細胞（インスリンの合成・分泌）

魚を育てる（養殖）には、たくさんのタンパク質（魚粉中心）が必要。
魚は炭水化物（糖）の利用が不得意！

⇒ 魚を育てるのに食物連鎖の低位にある別の魚を沢山使う！

⇒ 資源の無駄をなくし、コスト削減 ＆ おいしい、健康的な魚をつくり・育てる！（炭水化物利用率向上 ＆ 未利用資源・同発酵物の活用等

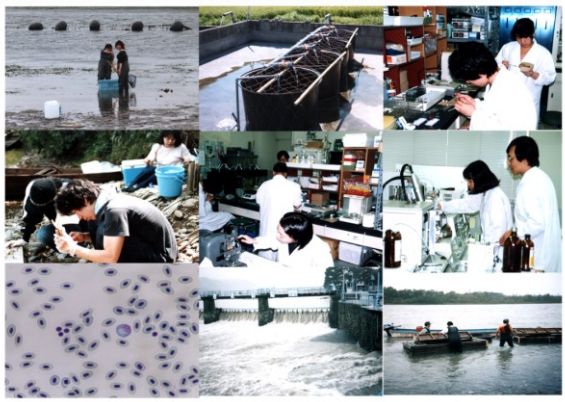
・・・ 農水産物・同残渣（香辛料・ミネラル・天然生理活性物質・生薬類・乳酸菌死菌体を含む）の利活用
・・・ 環境制御（水質、背地色・光質、壁面構造等）

＋ 愛玩動物や人の糖尿病の発症を防ごう＆できれば治そう！

5. 水・環境の調査・評価と制御/適正化

野外調査 ＆ 室内での飼育・分析！

環境評価・改善 ＆ 資源管理 ＆ 食の安全・安心 ＆ 産地特定

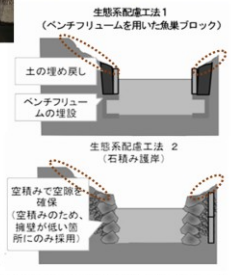


5. 水・環境の調査・評価と制御/適正化

生きものにやさしい！







堰や法面・側壁等の形状・構造・材質
＋ 構造体（壁）の色
光条件の調節 etc.

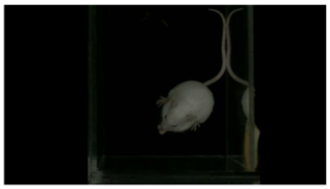
ex. チチブ（ハゼ科）は、黒背地で安静化
・・・ 攻撃する余裕が生まれる
〔低ストレス状態：自然体〕

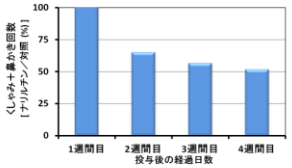
低ストレス個体＆良好な個体間関係構築
・・・ 適性な高密度化に向けて（資源増加）
・・・ 抗病性向上
・・・ 資源価値の向上（高品質化）
・・・ 多様性上昇〔複層的入れ子構造等〕

堰・法面・側壁等の構造・材質・色

魚が棲みやすい農業水路を目指して
～農業水路の魚類調査・評価マニュアル～
国立研究開発法人 農業・食品産業技術総合研究機構

経産省 ： アレルギー軽減物質の効果検証
JST ： 安全・安心な生食用マガキの生産〔ノロウイルスフリー〕
経産省 ： 再生可能エネルギーを用いた陸上養殖
Go-tech ： ホタテウロ処理物を用いた魚類用餌料の開発
県市中小企業： ナノアイスによる魚類の鮮度保持 等

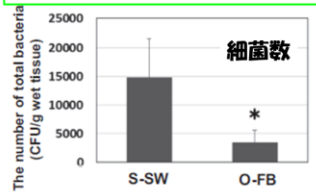


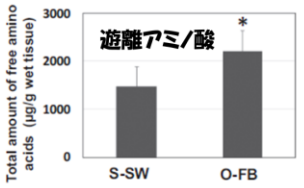


オバルブミン感作状態下でも、試験物質投与群で、くしゃみと鼻かき回数が激減
⇒ QOL低下（質向上）

特許
・ラクトフェリンの放射線影響軽減
・野生植物ミネラルの投与効果〔複数 …抗病性、ストレス耐性向上、活魚輸送・飼育〕
・オリーブギンザケ関連 特許 第7473148号 等

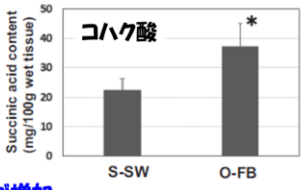
JST ： 安全・安心な生食用マガキの生産〔ノロウイルスフリー〕





オゾンマイクロ・ナノバブル処理の効果は？

1）ノロウイルスの完全除去 ×
〔季節により有効〕
2）細菌数の激減には有効
＝ 鮮度保持にも有効
3）遊離アミノ酸や一種の有機酸が増加
＝ 旨みが増す



⇒ **マボヤの処理に利用**

マボヤ殻（ほや殻）の有効利用に関する研究

石巻専修大学 共創研究センター研究事業
（令和3年度石巻専修大学研究助成）

マボヤ殻の生物分解による資源化、および、マボヤ廃棄物の有効利用に関する研究
1. マボヤ殻、および、廃棄物の生物分解
⇒ 海洋生物の酵素、微生物・同酵素の利用
2. マボヤ殻、および、同分解物の利用
⇒ 養殖魚用餌料としての利用・・・ギンザケ、キンギョ、ヒラメ等
餌内混合比率の検討、成長、健康影響、腸内細菌叢の評価等

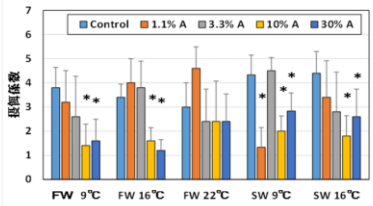
宮城県立 気仙沼向洋高等学校 共同研究
（2021.6～2025.3：高等学校の研究・教育支援）

水産廃棄物ホヤ殻の魚類餌料への転用 ・・・ マボヤ殻の魚類餌料への転換
⇒ 生残、成長、体色（色揚げ）効果の評価等

cf. 平成4年度水産学会春期大会 高校生による研究発表最優秀賞
「水産廃棄物ホヤ殻の魚類餌料への転用」、

東北経済連合会アライアンス助成 ： ナチュラルアミノ（株） 土田、宮城県気仙沼向洋高等学校 油谷、 石巻専修大学 角田
「複合発酵菌体を用いた発酵処理によるマボヤ殻の資源化」（2025.1～12）

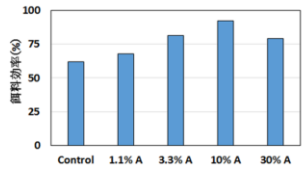
Go-tech ： ホタテウロ処理物を用いた魚類用餌料の開発



ホタテウロ処理物（原液）添加餌料がギンザケの摂餌に及ぼす影響

摂餌誘引効果を確認
（餌食いが良い）
↓
残餌が少なく、
環境にもやさしい

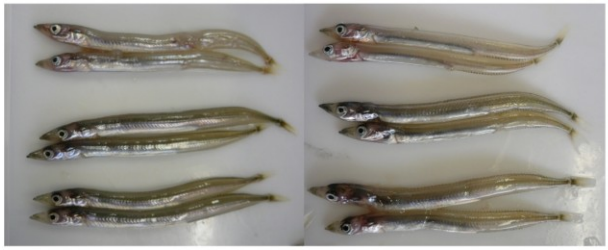
グラフ中の数字は、餌料中のホタテウロ処理物含有率
平均値±標準偏差、5日分
＊：Controlに対し有意（p<0.05）



ホタテウロ処理物添加餌料の投与が、16℃での海水飼育ギンザケの餌料効率に及ぼす影響

餌料効率の向上を確認
（無駄なく、身につく）
↓
資源の効率的利用ができ、
低コスト養殖にも有効

県市中小企業： ナノアイスによる魚類の鮮度保持



2.5日後 **4.5日後**



上： 対照（通常処理）群
中： マイクロ・ナノアイス処理（－1.8℃）
下： マイクロ・ナノアイス処理（－1.0℃）

粒径 ： 0.01 ～ 0.1 mm

みやぎオリーブ銀鮭プロジェクト



宮城県石巻市
2014年～東日本大震災からの復興プロジェクトとしてオリーブの栽培がスタート
オリーブ実収穫量：約1,５００kg
⇒高品質なエキストラバージンオリーブオイルは、石巻の新特産品に！



オリーブの実は、オレウロペイン等の抗酸化物質を多く含む

But… オリーブの実の９割は搾りかすとして廃棄
・・・もったいない！
有効活用へ向けたプロジェクトが始動 !!

「食材王国みやぎ」



宮城県はギンザケ養殖の発祥地
全国の生産量 のうち約8割を占める

日本各地で
ご当地「フルーツ魚」ブーム！

オリーブ×ギンザケ
で新たなブランド魚を！





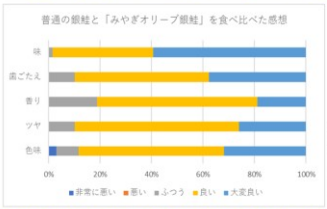
オリーブの搾りかすは、そのままでは魚は食べない
石巻専修大学 陸上養殖実験施設，宮城県水産高等学校実習棟，
宮城県水産技術総合センターにて飼育実験を繰り返す・・・

オリーブの搾りかすの発酵物
＋
オリーブ葉粉末や石巻で培養している微細藻類もエサに混合



2023年 雄勝地区で初の海面養殖試験を実施 ・・・ 同3月初水揚げ

「道の駅 硯上の里おがつ」にて頒布会＆試食会の開催

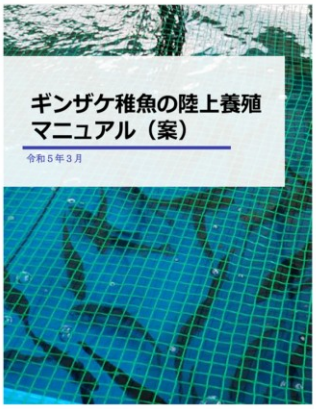


「ギンザケ特有の臭みがない」
「脂っこくない」
「歯ごたえがいい！」
「甘味がある」
「魚嫌いの子供が食べた…」等

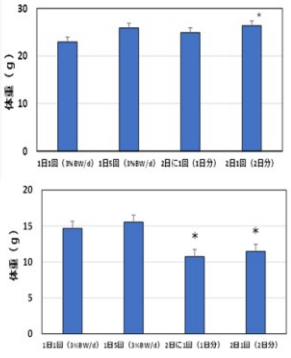
摂餌誘因・・・・・・・よく食べて早く大きく
魚の免疫機能の増強・・生産量の安定化
抗酸化能の向上・・・・色鮮やか・新鮮さが長持ち
高温耐性・・・・・・・暑い時期でも出荷が可能に！

石巻市長も交えた事業報告会の開催、JAPAN'S FOOD Export Fairへの出品等

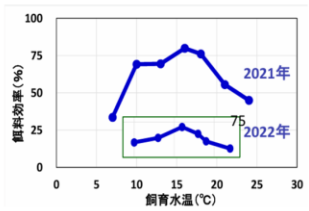
経産省　：　再生可能エネルギーを用いた陸上養殖



石巻専修大学　角田研究室
石巻市　産業部　水産課

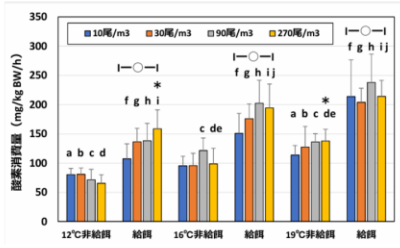


給餌回数と給餌量
（体重の3%量/日量給餌の場合）
12℃飼育（上）では、毎日給餌は不要
16℃飼育（下）では、毎日給餌が必要



飼育水温と餌料効率

これまでの報告：最適温度は 8～12℃
⇒ 16℃付近での飼育が効率高い
（14～18℃の飼育が有効
・・・西日本への適域拡大）

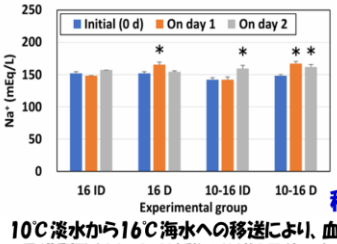


飼育条件と魚の酸素消費量

飼育密度が高いと温度上昇による酸素消費量増加は顕著。

給餌直後の酸素消費量は増大。

飼育密度に応じた、酸素供給量
給餌時のDO確保が重要
⇒ 非給餌時期の2倍以上



淡水飼育場より海面養殖施設への移送に伴うギンザケの血液中Na濃度の変化（10℃淡水⇒16℃海水）

ID群；25%海水1日間予備馴致群
D群；直接移送群

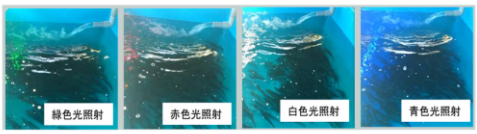
数字は水温（℃）
平均値±標準偏差（個体数5）

移動ストレスを餌や光で制御！

10℃淡水から16℃海水への移送により、血液中のNa濃度は・・・
予備馴致（10-16ID）群は移送2日後に有意に↑ （ゆっくり上昇・安定化）
直接移送（10-16D）群では移送2日後まで有意に高値↑ （ストレス負荷大）

温度も塩分もストレス応答を引き起こす ⇒ 複合影響大 ⇒ 抑制方法の検討

16℃（沖出し時の海水温度に近い水温）での陸上養殖は、海水移行に伴う温度差で生じるストレス負荷を軽減でき、沖出し時の魚の健全性維持にも貢献し得る。



光質の影響

緑色光では血漿中コルチゾル濃度が、他色より低い傾向（エネルギー効率↑）

ご清聴、有難うございました。

厚く御礼申し上げます。



2025. 6. 26　角田

kotodama0762i@gmail.com
kotodama0762i@yahoo.co.jp