



九州大学における魚類のゲノム編集研究

資料2

九州大学農学研究院附属

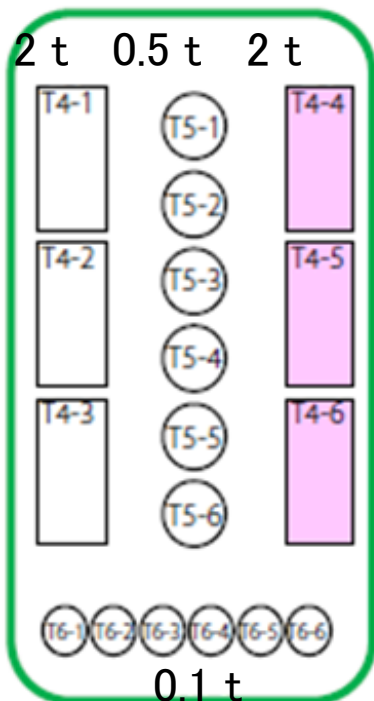
アクアバイオリソース創出センター唐津サテライト (唐津市水産業活性化支援センター)



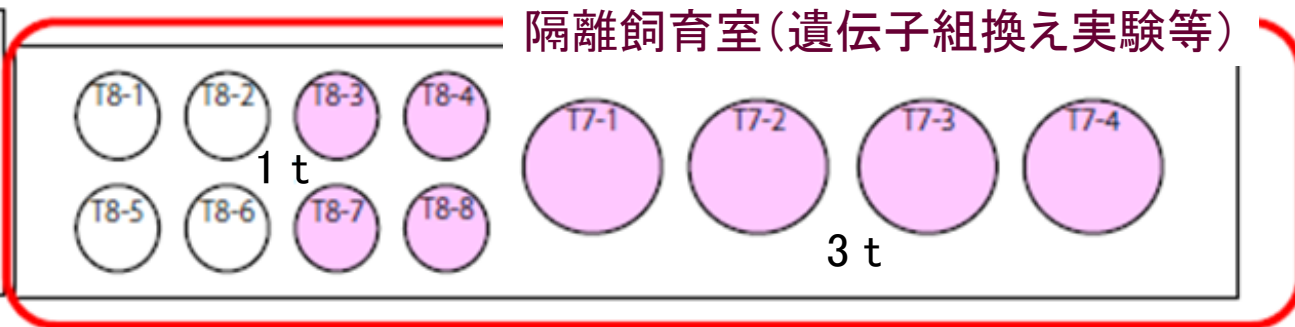
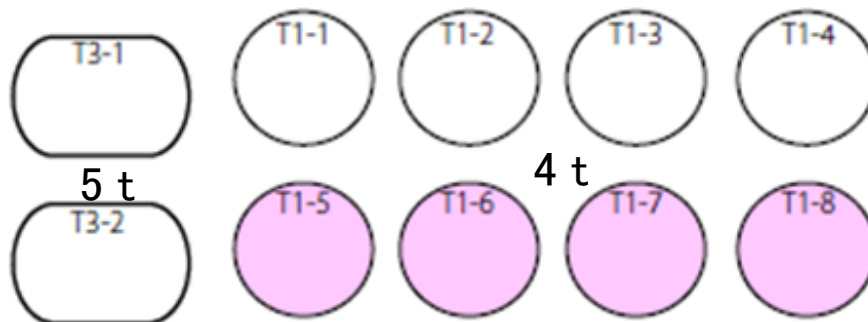
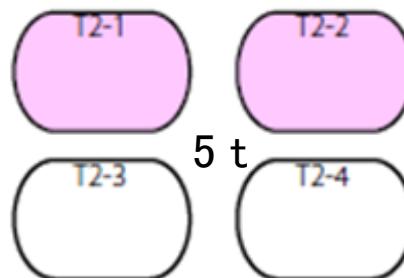


屋内水槽棟 水槽配置図

餌生物培養水槽



取水・排水設備, ろ過設備,
紫外線殺菌装置, 海水調温設備



*ピンクは温度調節水槽



完全養殖マサバ“”唐津Qサバ“の開発

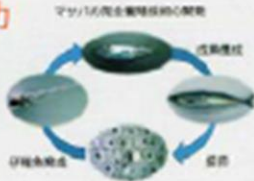
新水産資源創出研究プロジェクト

唐津市は、九州大学との共同研究で「新水産資源創出研究プロジェクト」と題し、新しい水産資源の創出や水産業の高度化を目的に、海産魚の完全養殖技術の開発と水産現場の技術的課題の解決や海産魚の品種改良に向けた基礎的な研究を行っています。

このプロジェクトで開発された技術に基づいて、産学官連携による付加価値の高い高品質の生産物を商品化し、地域水産業の活性化を目指しています。

マサバの完全養殖に成功

「新水産資源創出研究プロジェクト」の一環として、「マサバの完全養殖」に成功しました。完全養殖とは、人工ふ化させた仔魚を稚魚から親魚に育て、その親魚から卵を採って人工ふ化させ養殖する技術です。



完全養殖マサバの特徴

○新鮮な活魚

活魚の状態で出荷できるので、新鮮なお刺身の状態で食べることができます。また、管理された餌を食べているので、魚特有の生臭さが抑えられています。

○安定した“脂ののり”

天然のマサバは、漁獲時期や海域により、品質、特に“脂ののり”が不安定ですが、養殖したマサバは、餌成分を管理できるので1年中一定以上の“脂ののり”を保つことができます。

○安全安心な品質（アニサキスのリスク低減）

餌から出荷まで管理された餌を食べているので、食中毒の原因となるアニサキス（寄生虫）のリスクを低減できます。

食中毒の原因であるアニサキス（寄生虫）は、クジラやイルカのお腹の中で成虫になり繁殖し、アヒと共に海中に排泄され、その後、オキアミに食べられ、そのオキアミを捕食した魚にアニサキスが寄生します。

卵から育てられた完全養殖のマサバ!



完全養殖

唐津Qサバ

唐津市と九州大学の共同研究



ブランドロゴ

完全養殖



冷やし竜田揚げ



活魚お造り
(アニサキス・フリー)

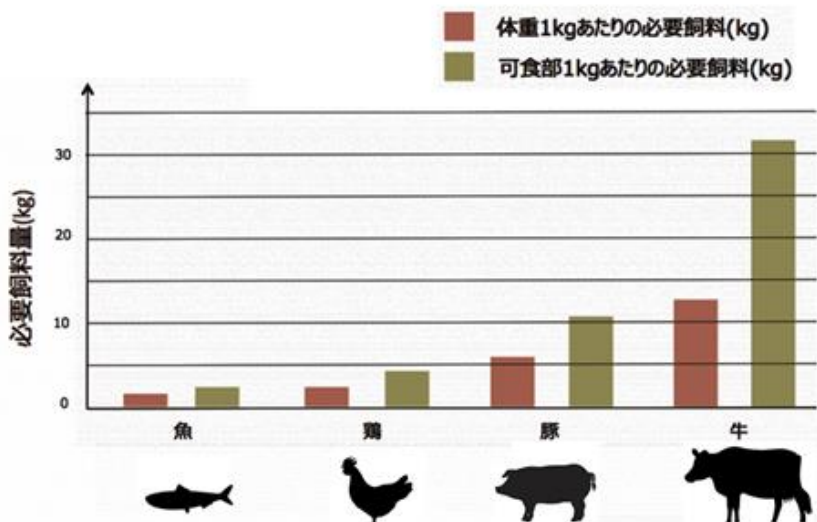


甘夏オイル漬け



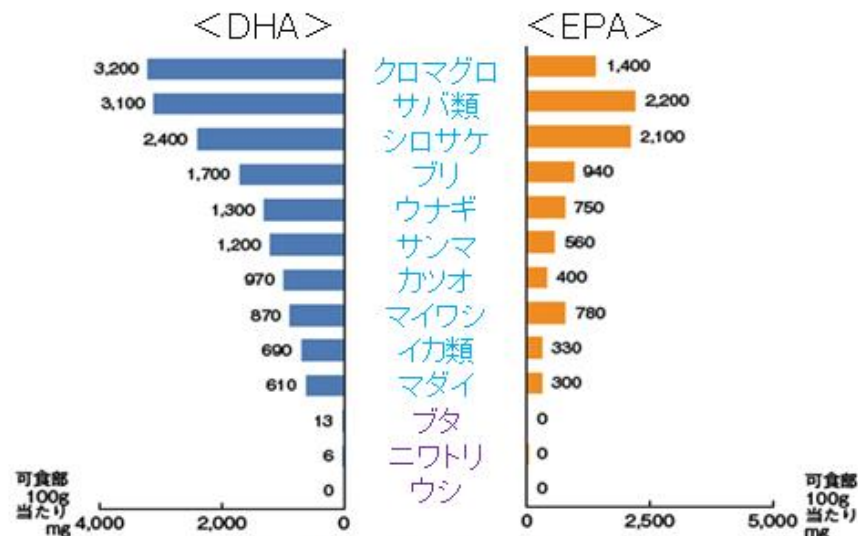
タンパク質資源としての魚類

飼料変換効率の比較



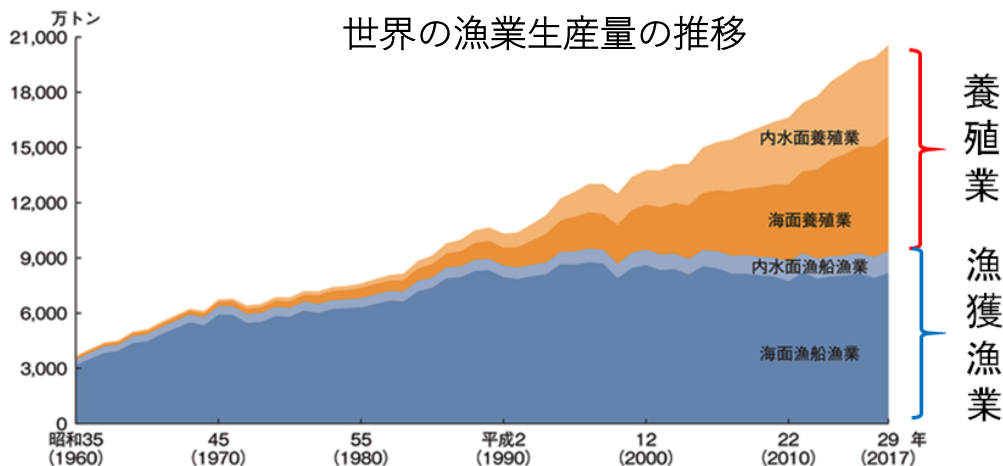
魚は最も飼料変換効率が良い

食肉におけるDHA・EPAの含有量



魚はDHA・EPAを多く含む

世界の漁業生産量の推移



資料: FAO「Fishstat (Capture Production, Aquaculture Production)」
https://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h30_h/trend/1/t1_3_3_1.html

漁業資源の限界と養殖業の伸展



様々な食品の育種による品種改良



バナナ
の原種



バナナ



ナス
の原種



ナス



ニンジン
の原種



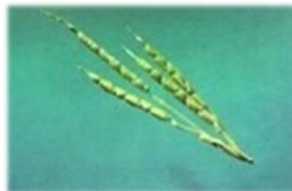
ニンジン



スイカ
の原種



スイカ



トウモロコシ
の原種



トウモロコシ



野生のウシ
(オーロックス)



家畜のウシ



イノシシ



家畜のブタ



ニワトリ原種
(セキョクヤケイ)



ニワトリ

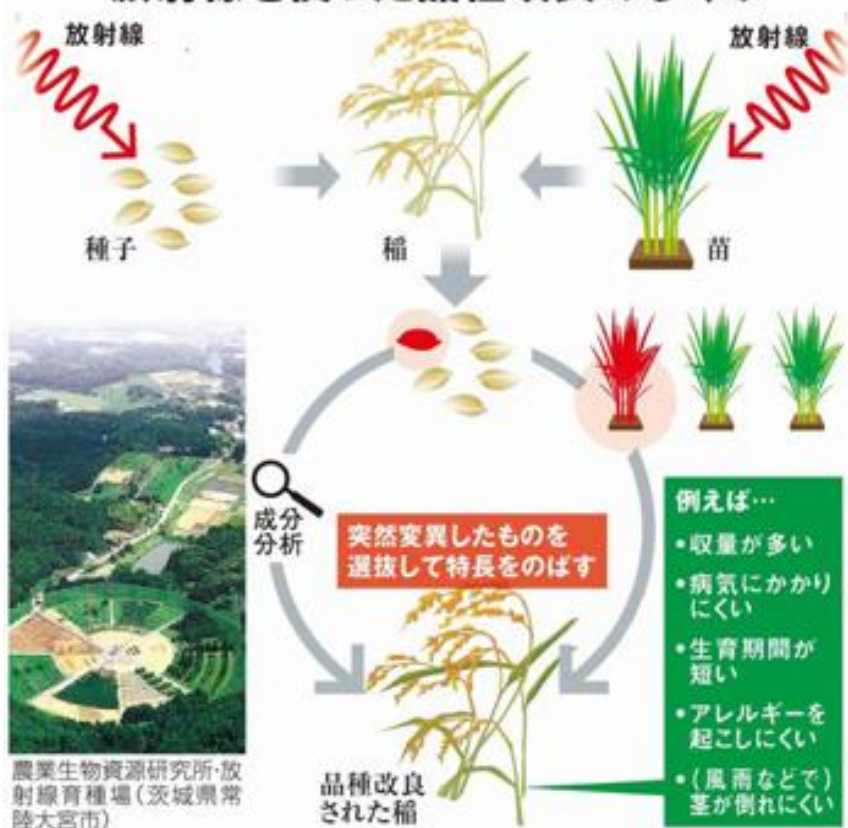
食品の多くは**育種**されたもの。

魚類では育種はほとんど行われていなかった！



農作物等での変異体の作出

放射線を使った品種改良のしくみ



紫外線や放射線(γ線)の照射でDNAを傷つけ変異体を作り出す。



突然変異を人為的に引き起こす古典的手法。

良い変異体が得られるかは運任せであり、スクリーニング(選別)に膨大な労力が必要。

放射線育種で生まれた品種





自然突然変異とゲノム編集

筋発達を調節するミオスタチン遺伝子の異常

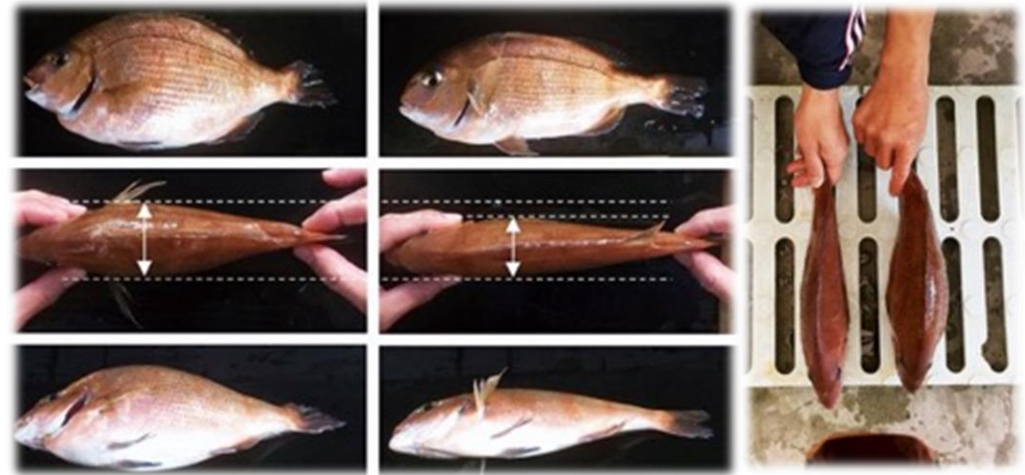
自然突然変異



ベルジャンブルー(マッスル牛)

ミオスタチン遺伝子が突然変異で欠損。
自然界でも突然変異は頻繁に起き、進化のきっかけにもなる。

ゲノム編集による変異導入



肉厚マダイ

京都大学広報誌より抜粋

ゲノム編集によりミオスタチン遺伝子を破壊。
自然の突然変異と同様に筋肉質になる。



ゲノム編集技術

ゲノム上の特定の遺伝子情報を切り取ったり、書き換えたりすることを可能とする技術

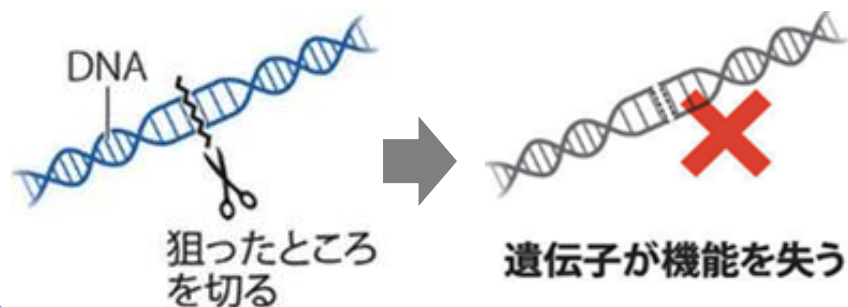
- Zinc Finger Nuclease (1996)
- TALEN (2010)
- **CRISPR/Cas9 (2012)**
広範囲の生物種に対して適応可能
操作が簡便で結果の取得が迅速



Jennifer Doudna Emmanuel Charpentier

2020年ノーベル化学賞受賞

欠失型ゲノム編集



外来遺伝子を含まない
自然突然変異と同じ

↓

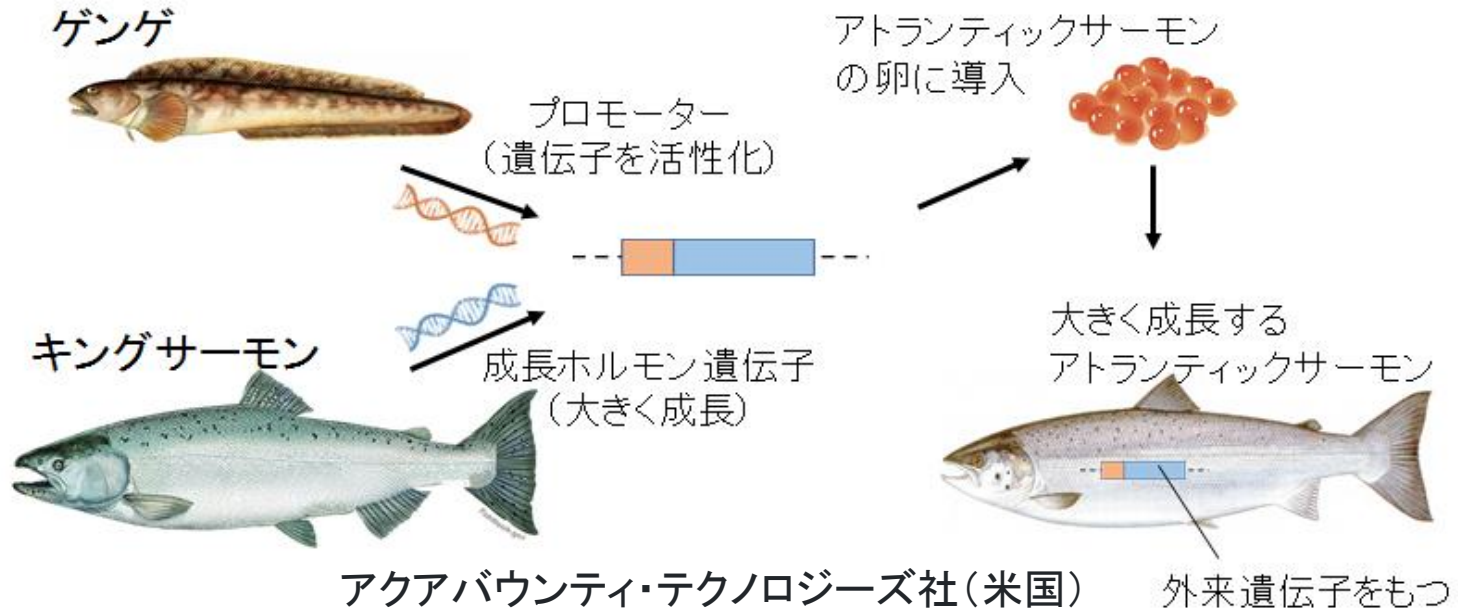
遺伝子組換え食品に該当しない

↓

食品としての認可 (厚労省, 2019年10月)



遺伝子組換え



上: 遺伝子組換えサーモン
下: 普通のアトランティックサーモン(18ヶ月で比較)



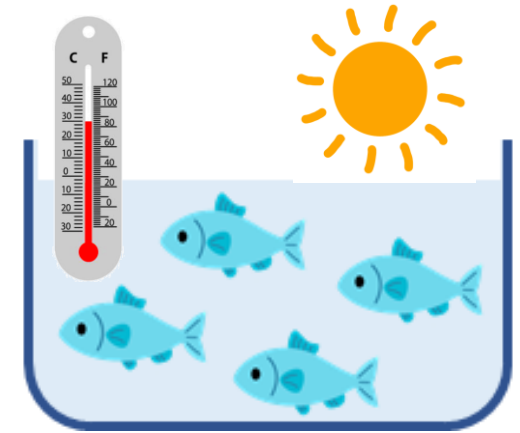
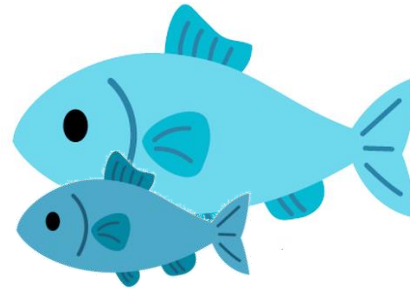
遺伝子組換えでは、外から新たな遺伝子をゲノムに挿入
自然界では起こらない



ゲノム編集を用いた魚類の新品種開発

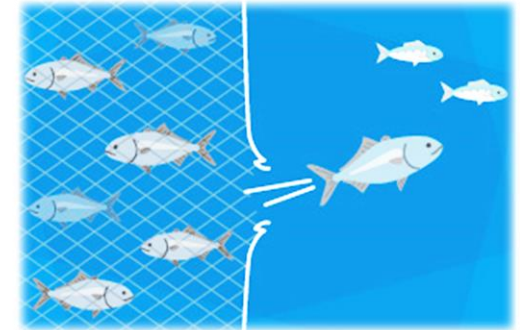
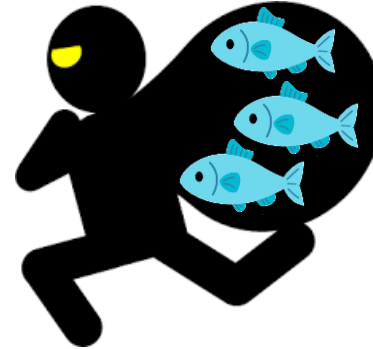
新形質付与

高成長, 肉量の増加
耐病性, 高温耐性



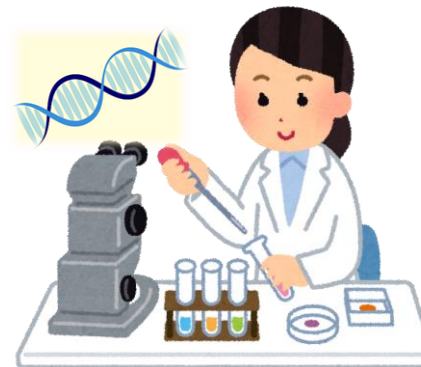
不妊化

流出(盗難)防止
自然界への拡散防止



社会的受容

安全性評価
リスクコミュニケーション





九州大学における魚類のゲノム編集

マサバ



稚魚期の共喰い



生残率の低さ(低い生産効率)



攻撃性が低下すれば、生残率が良くなる



おとなしいマサバの作出

カタクチイワシ



環境調節(水温・日長)で周年産卵する



4カ月で親になる



海産魚のゲノム編集のモデル



不妊性カタクチイワシの作出



マサバ養殖の問題点



サバ類は稚魚期に激しく共喰いをする。受精卵から体長10 cm程に成長するまでに、1割しか残らず、養殖が難しい。

共喰いを減らし生残率を上げることで、今までの何倍もの魚を生産できる。



共喰いをしたマサバ稚魚

我々の取り組み

攻撃性に関与する遺伝子を働かなくし、共喰いの少ないおとなしく飼育しやすいマサバを開発する。



おとなしいマサバの開発

初年度



F0世代

2年度



F1世代

3年度



F2世代

4年度

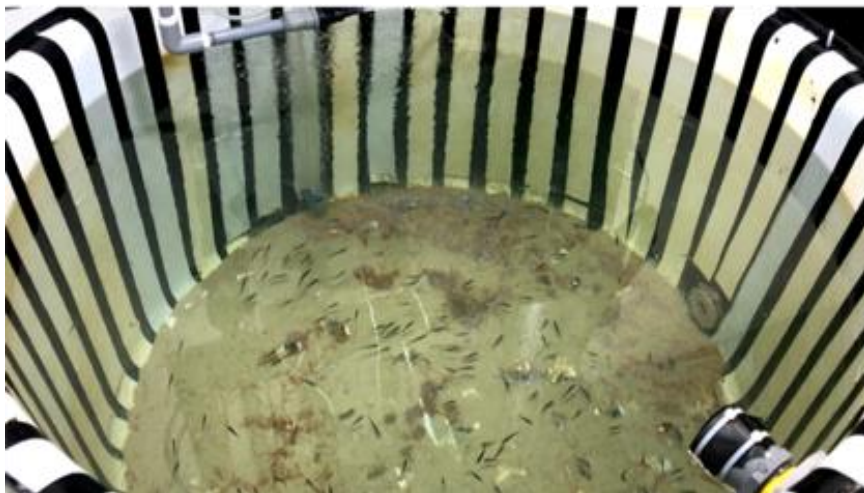


F3世代(標的遺伝子を完全にKO)

3年で新品種を開発!



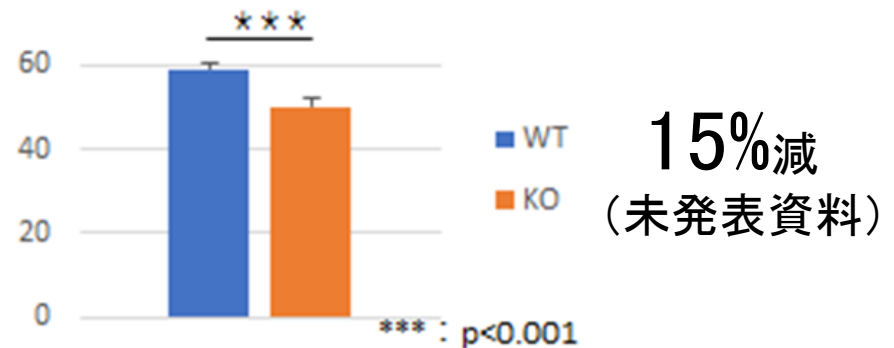
おとなしいマサバの開発



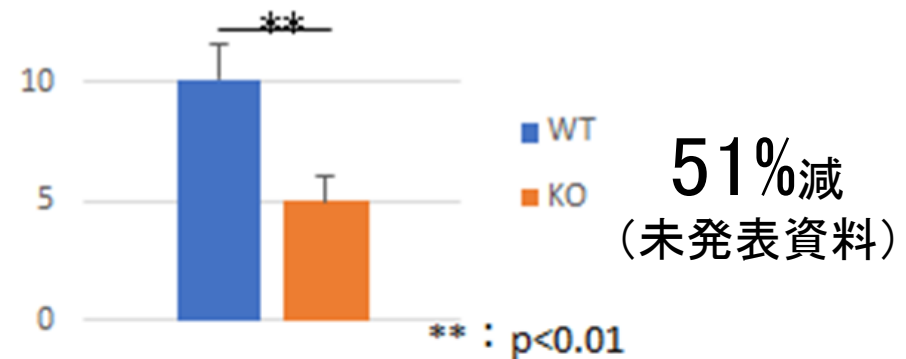
上: 通常のマサバ
下: ゲノム編集マサバ

マサバは表層を活発に遊泳するが、ゲノム編集マサバは水槽の底の方でおとなしく群れている。

水槽内酸素消費量 (%)



攻撃行動回数(／時間)



おとなしくなった！！



九州大学の研究戦略

唐津Qサバ等の養殖種

ゲノム編集した品種



遺伝子は操作せず、従来の方法で品種改良し、付加価値をつけ、販路を開く。

分子操る「神の手」

新型コロナウイルスという見えない極小の生命体に苦しめられている世界。だが、人類は、ミクロの世界を操る「神業」を密かに身につけている。遺伝子を自在に切り貼りして欲しい食べ物を作り、小さな分子の箱の中にガスを閉じ込めてエネルギーにするなど有効活用する。環境破壊と資源採取に歯止めをかけ、「宇宙船地球号」の存続につなげる技術にできるか。

2020年のノーベル化学賞を受賞したジェニファー・ダウドナ氏とエマニュエル・シャルパンティエ氏（A.P.共同）

ゲノム編集 食料供給の限界突破

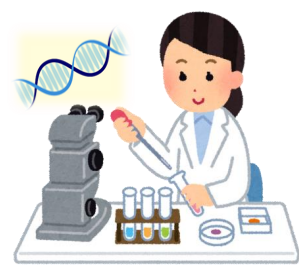
ゲノム編集でサバをおとなくする

攻撃性にかかわるペプチドが脳の神経細胞につくづく

ペプチドが付く受容体の遺伝子を切る

ペプチドがくっつかない

2021年1月1日 日経産業新聞、日経新聞電子版



海産魚のゲノム編集技術を進化させ、時代の要求に応じて即時に生産できる体制を整えておく。

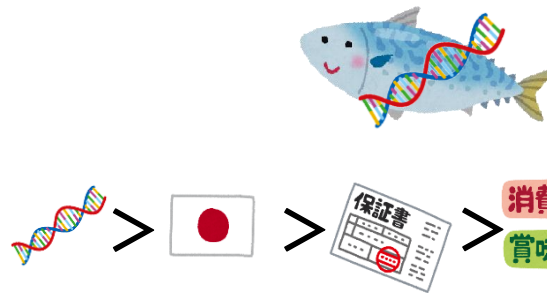


ゲノム編集食品の安全性評価のための基準プロトコルの提案と 社会受容促進のためのリスクコミュニケーションに関する研究

安全性評価研究

ゲノム編集技術を利用してつくられた食品の安全性評価のための新プロトコルを提案する

1. ヒト細胞を用いた新規検証法
2. 定量的・網羅的評価技術の構築
3. 代謝変動に基づくゲノム編集食品の新たな評価法



消費期限
賞味期限

リスクコミュニケーション研究

ゲノム編集食品を消費者が受容し、産業界が参画しやすい市場であることを明らかにする

1. ラベル表示すべき情報のプライオリティ
2. 生産者・消費者の行動変容の解析
3. ゲノム編集食品の科学情報が消費者に与える効果の計測

