

持続可能な次世代養殖システムの開発 ～ サバを中心に ～

2021年8月3日

サバの生殖の仕組みと人工種苗生産の現状

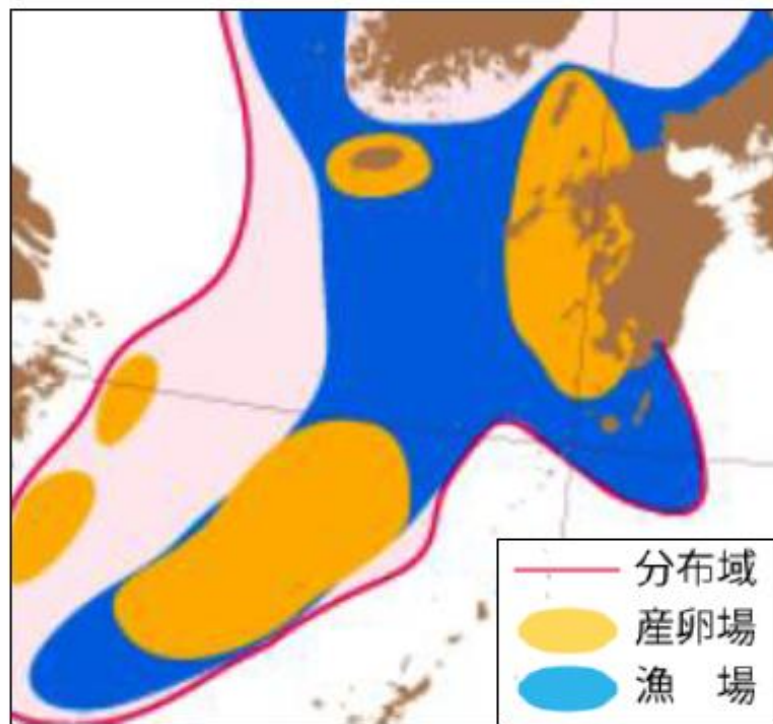
松山 倫也
(九州大学農学研究院)



唐津観光協会



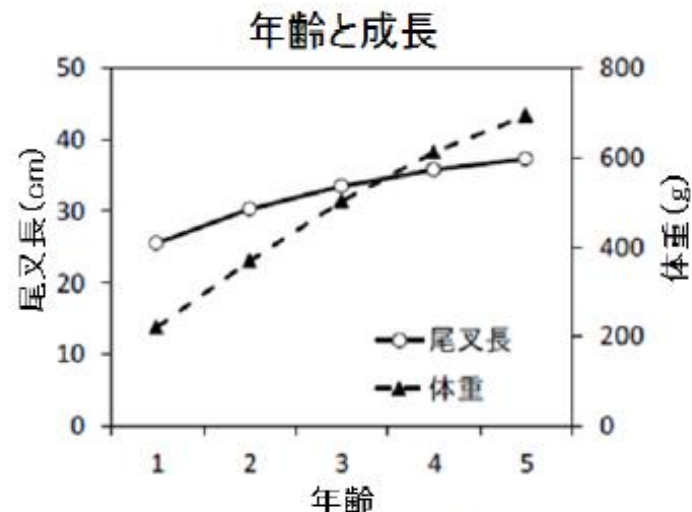
天然海域におけるマサバの成熟



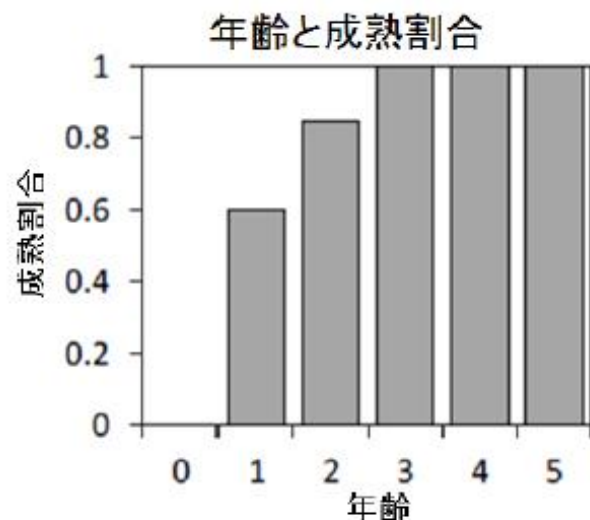
産卵水温: 15~20°C

産卵期: 5月~6月 (北部九州)

対馬暖流系群 令和2(2020)年度さば類資源評価会議資料より引用
http://www.fra.affrc.go.jp/shigen_hyoka/SCmeeting/2019-1/detail_masaba-tc_20210118.pdf

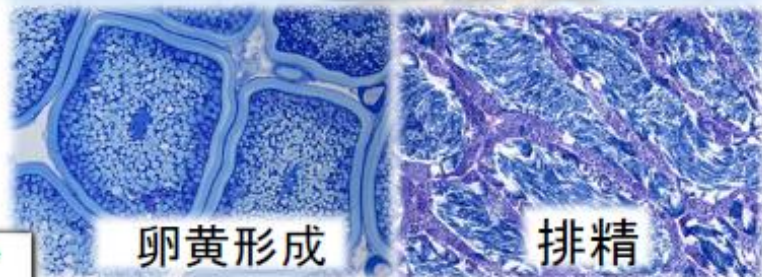


満2歳で尾叉長30cm, 体重400g



満1歳で60%, 3歳で100%成熟

陸上水槽での育成親魚



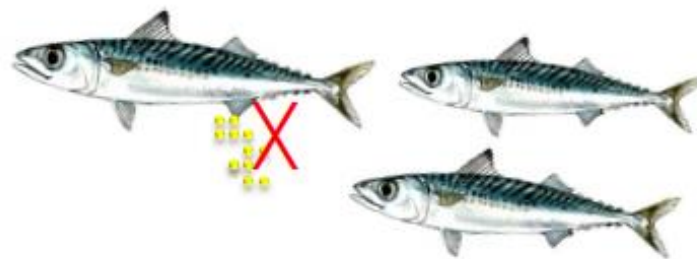
卵黄形成

排精

雌の成熟・排卵が起こらない



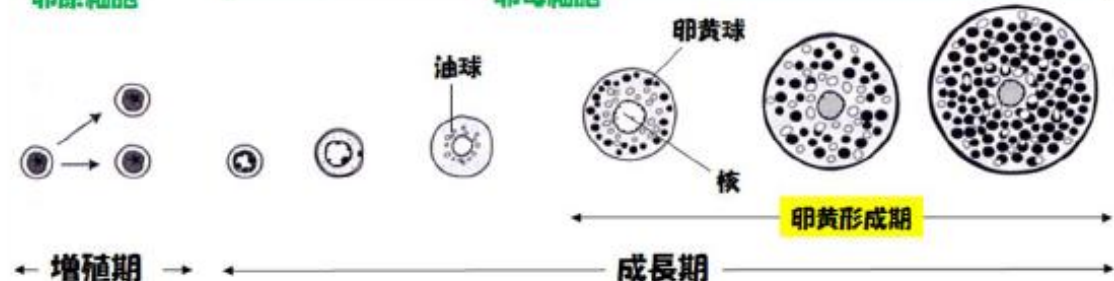
産卵しない



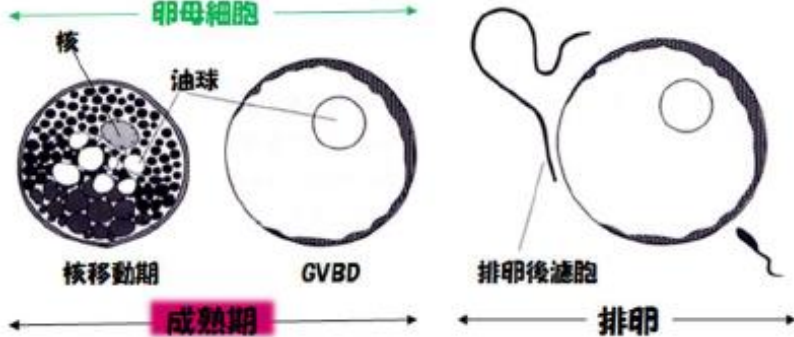
受精卵が取れない

卵原細胞

卵母細胞



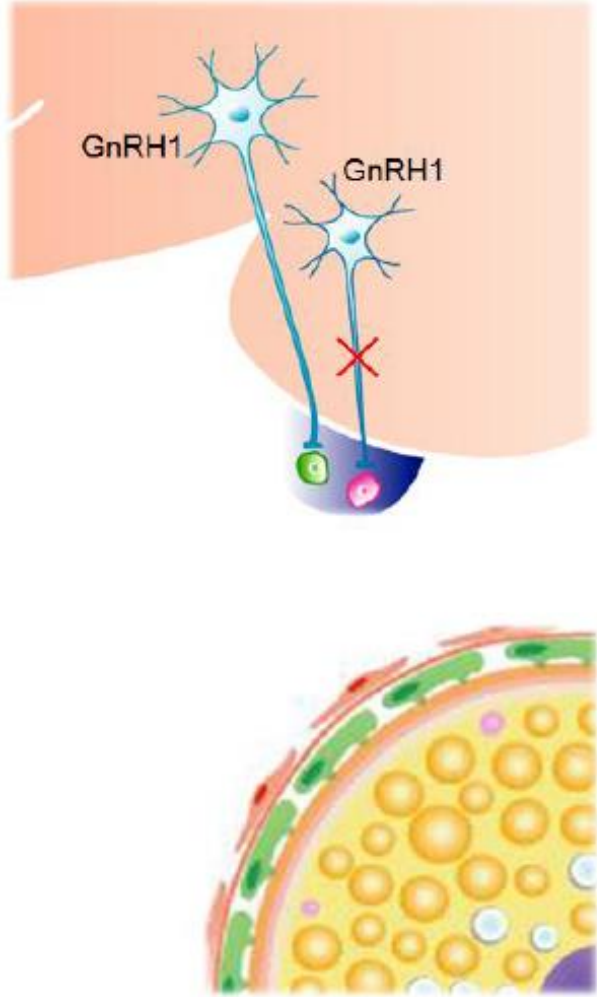
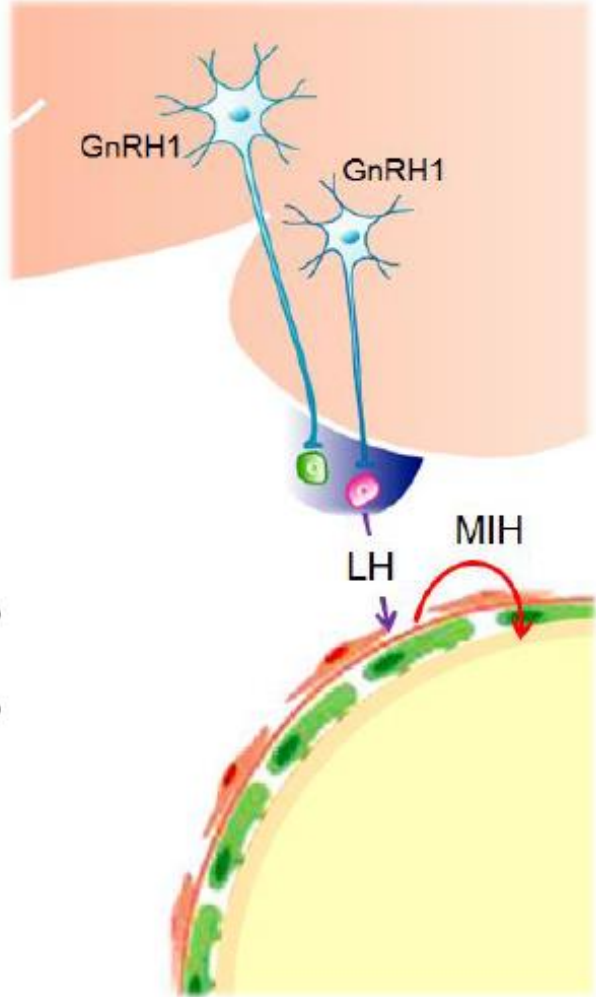
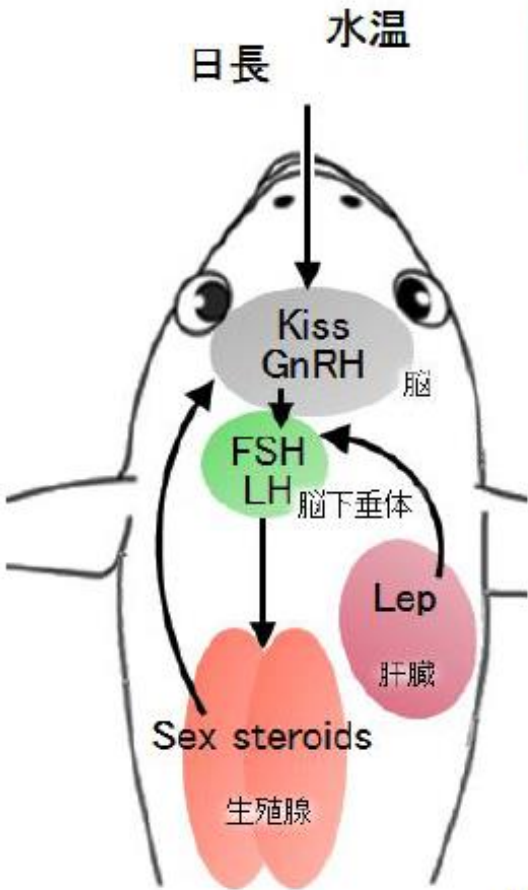
卵母細胞



マサバの卵成熟

通常のマサバ

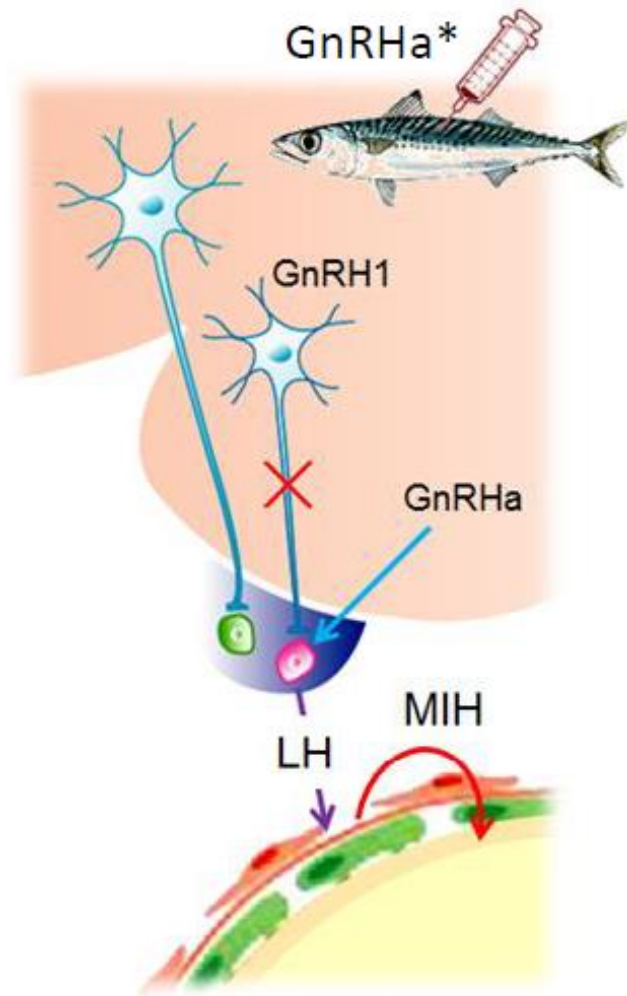
飼育下のマサバ



脳: GnRH1
脳下垂体: LH(黄体形成ホルモン)
卵: MIH(卵成熟誘起ホルモン)

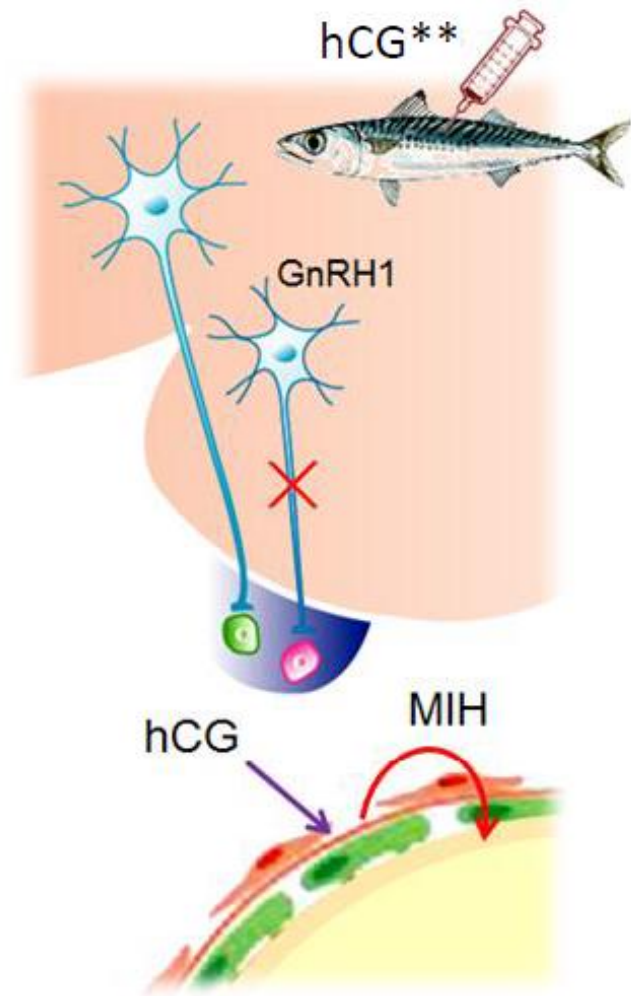
飼育下では、GnRH1が分泌されず、LHの放出が起こらないため、MIHが合成されない

マサバの成熟誘導



水槽内で自然産卵
連日受精卵が得られる

* 合成生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン



成熟は1回のみ
人工授精で受精卵を得る

** ヒト絨毛性生殖腺刺激ホルモン

マサバの成熟誘導

親魚 1～3歳魚(4～5月)

麻酔 2-phenoxyethanol

バイオプシー

性の判別

卵巣卵の採取

卵径測定(卵径: $> 600 \mu\text{m}$)

核の有無(退行の確認)



生理食塩水



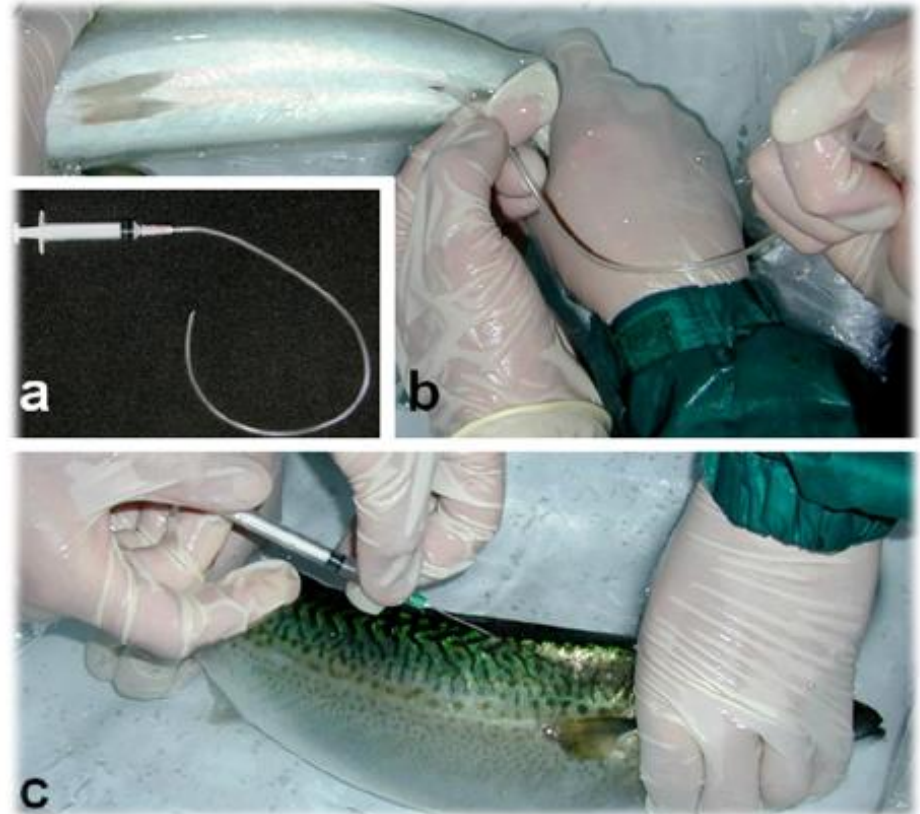
Sera液

卵黄形成が終了した個体の選別

ホルモン投与

GnRHa(合成生殖腺刺激ホルモン放出ホルモン)

hCG(ヒト絨毛性生殖腺刺激ホルモン)



a, バイオプシー用チューブ

b, 生殖腺組織のバイオプシー

c, 背筋部へのホルモン投与

hCG投与後の排卵時間と人工授精

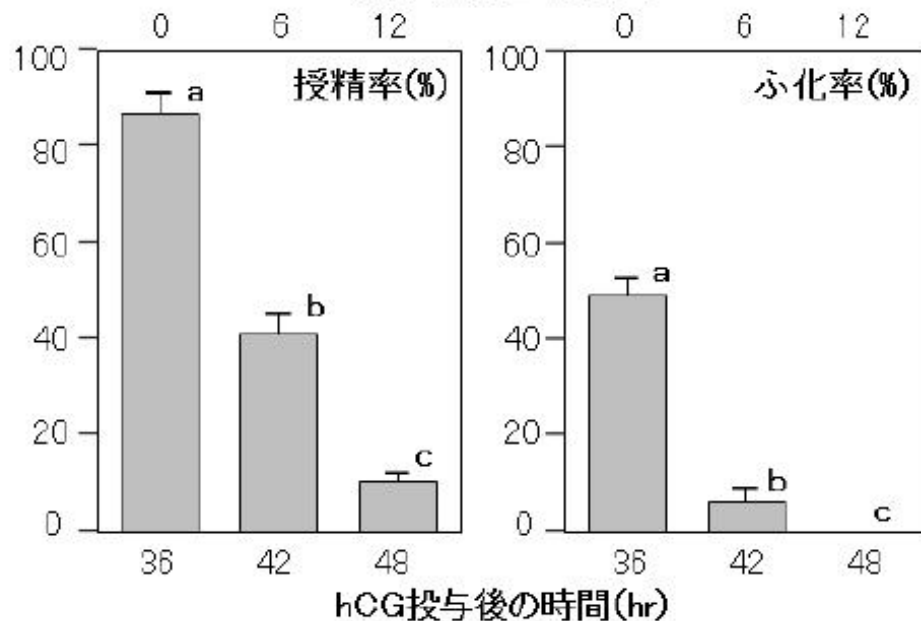
水温20°C, 卵径 > 600μm
hCG投与後、約36時間で排卵



0 12 18 24 30 36

hCG投与後の時間(hr)

排卵後経過時間(hr)



採精



人工授精



排卵してからの時間経過に伴い、
卵質は悪くなる(排卵後過熟)



人工授精は排卵直後に行う

親魚の年齢と卵質

親魚

同じ配合飼料で養成した満1歳、3歳魚

採卵

hCG投与後、30時間後に人工授精(水温21.6°C)

精子は各年齢のもの

評価項目

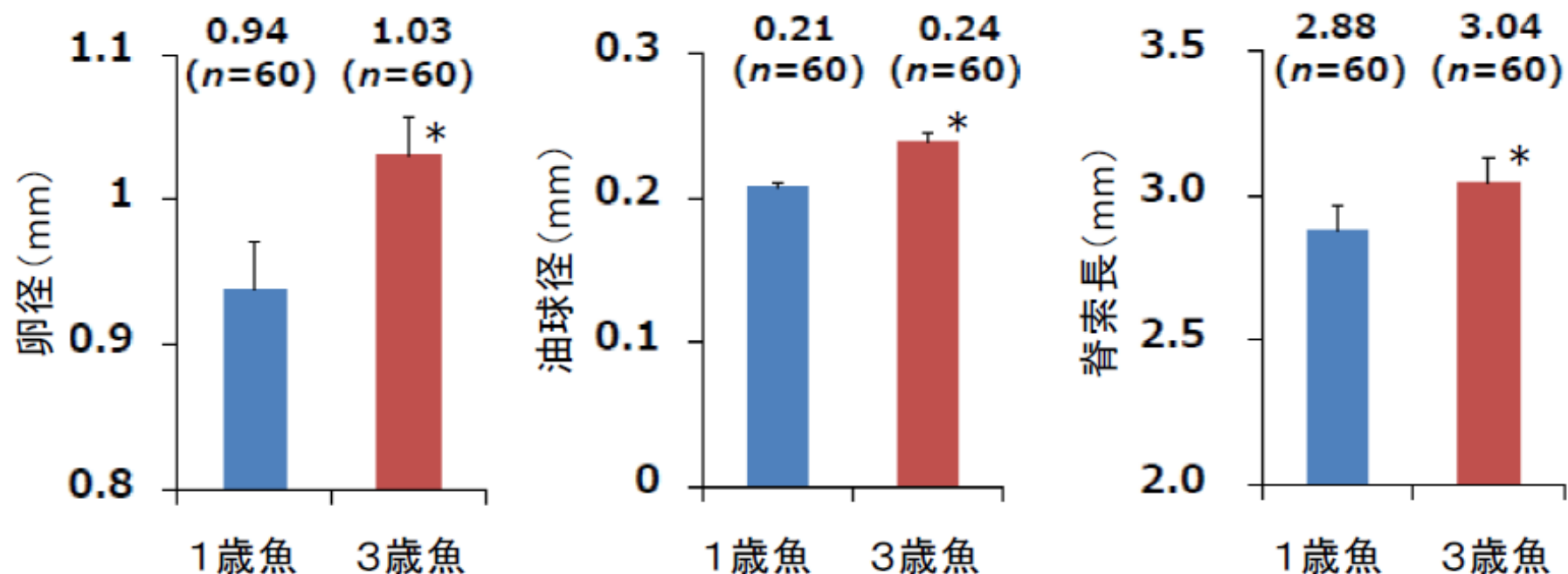
- ・ 卵数(浮上卵・沈卵)
- ・ 浮上卵率, 孵化率
- ・ 卵径, 油球径, 脊索長
- ・ 無給餌生残
- ・ 受精卵の脂質含量, 脂肪酸組成

卵数・浮上卵率・ふ化率の比較

	1歳魚 (n=3)	3歳魚 (n=3)
尾叉長 (cm)	25.0	33.4
体重 (g)	228	491
総卵数 (× 1000/個体)	23.7	72.3
浮上卵率(%)	67.2	72.8
ふ化率(%)	82.1	80.4

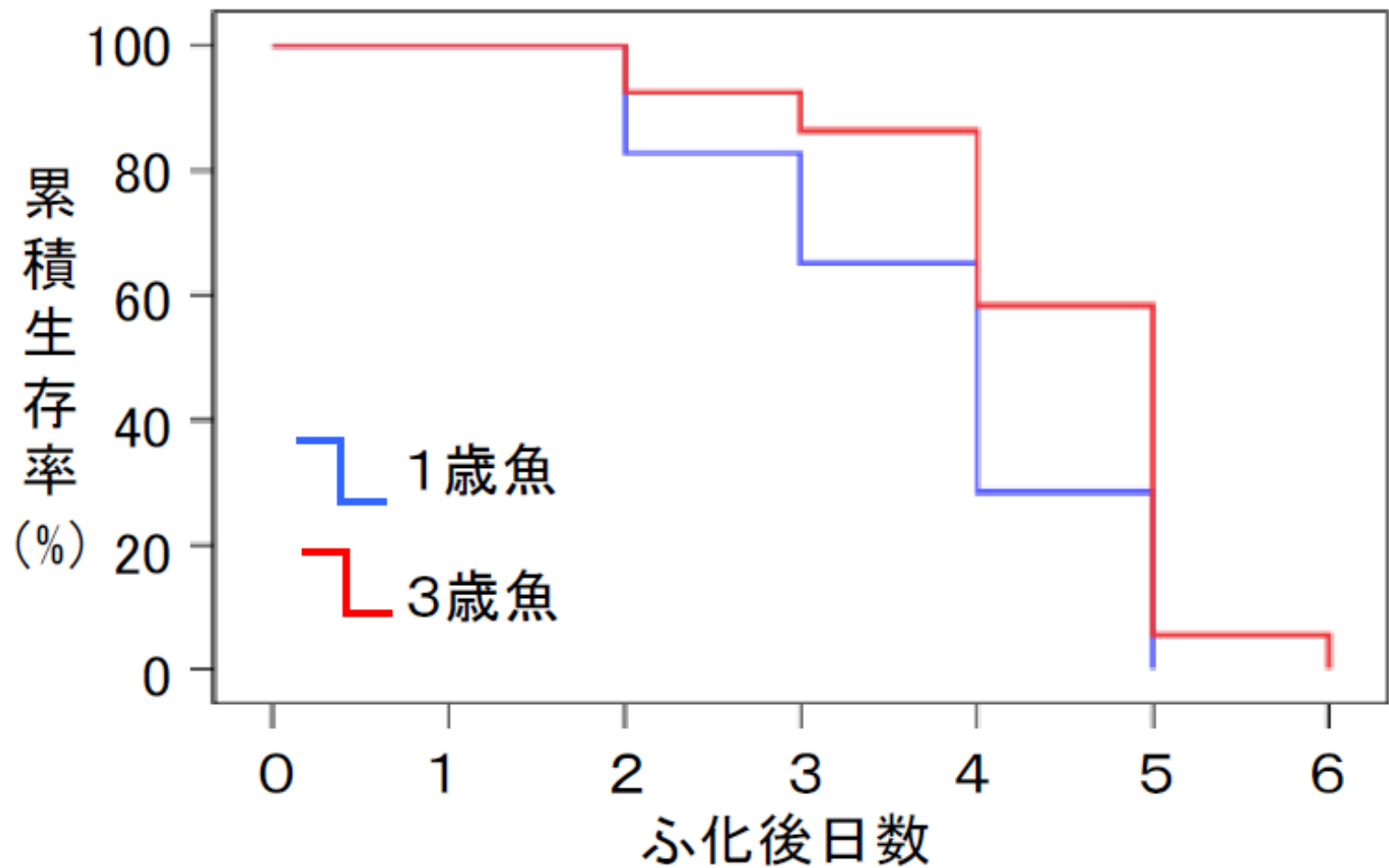
3歳魚の総卵数・浮上卵数は1歳魚の3.1倍・3.5倍

卵径・油球径・脊索長の比較



3歳魚の卵径, 油球径, ふ化時の脊索長は
1歳魚のものより大きい (*: test, $P < 0.05$)

無給餌生残の比較



3歳魚の生存率が有意に高い

(Log-rank test: $\chi^2 = 65.98$, $p = 4.55e-16$)

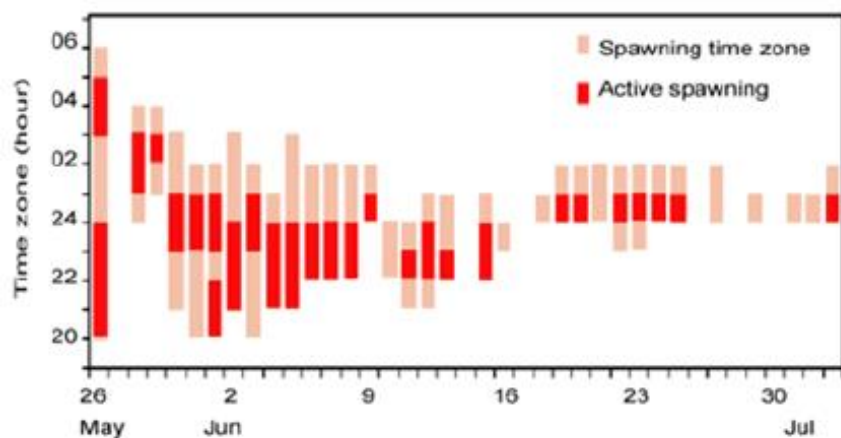
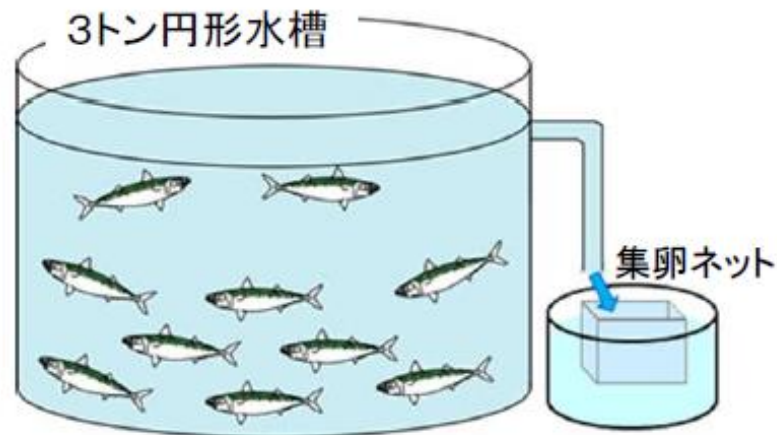
卵の脂質含量・脂肪酸組成 ($\mu\text{g}/\text{個}$)

		1歳魚 ($n=3$)	3歳魚 ($n=3$)	t-test
脂質含量		10.59±1.73	15.00±1.86	$P<0.05$
パルミチン酸	16:0	1.35±0.11	1.65±0.19	n.s.
ステアリン酸	18:0	0.37±0.03	0.43±0.06	n.s.
オレイン酸	18:1n-9	1.32±0.14	1.95±0.20	$P<0.05$
リノール酸	18:2n-6	0.31±0.01	0.56±0.08	$P<0.05$
アラキドン酸	20:4n-6	0.09±0.00	0.13±0.02	n.s.
EPA	20:5n-3	0.52±0.02	0.57±0.03	n.s.
DHA	22:6n-3	1.35±0.09	1.82±0.20	$P<0.05$
飽和脂肪酸		1.83±0.14	2.21±0.26	n.s.
n-3HUFA		2.27±0.11	2.88±0.24	$P<0.05$
DHA/EPA		2.57±0.14	3.19±0.17	$P<0.05$

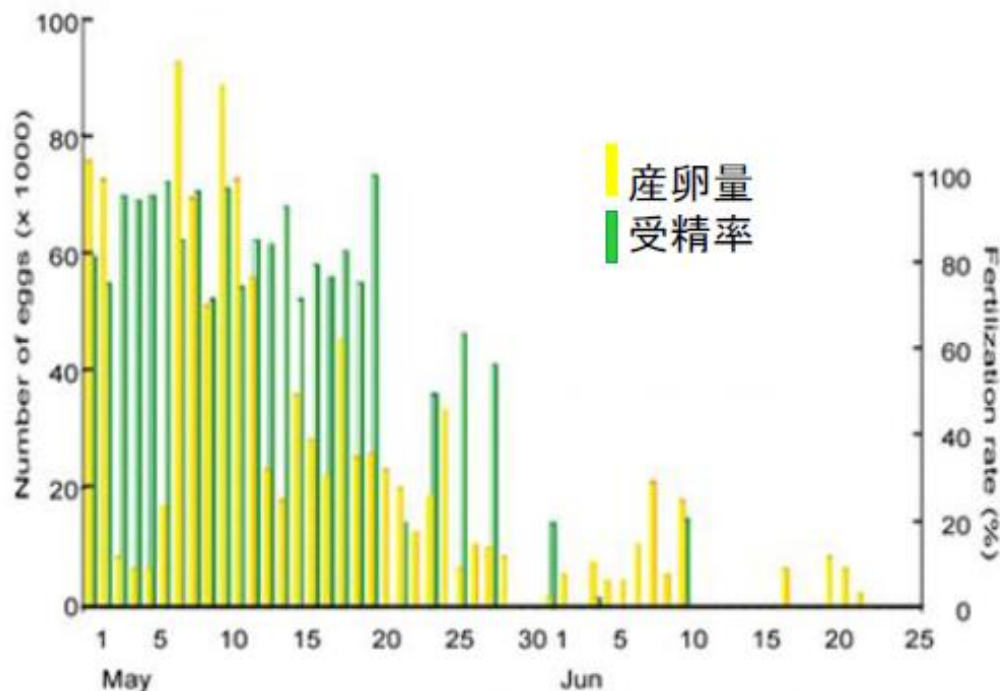
3歳魚卵の脂質含量, n-3PUFA, DHA/EPAが多い

飼育下のマサバの産卵生態

GnRHα投与 メス4尾、オス4尾(2歳)



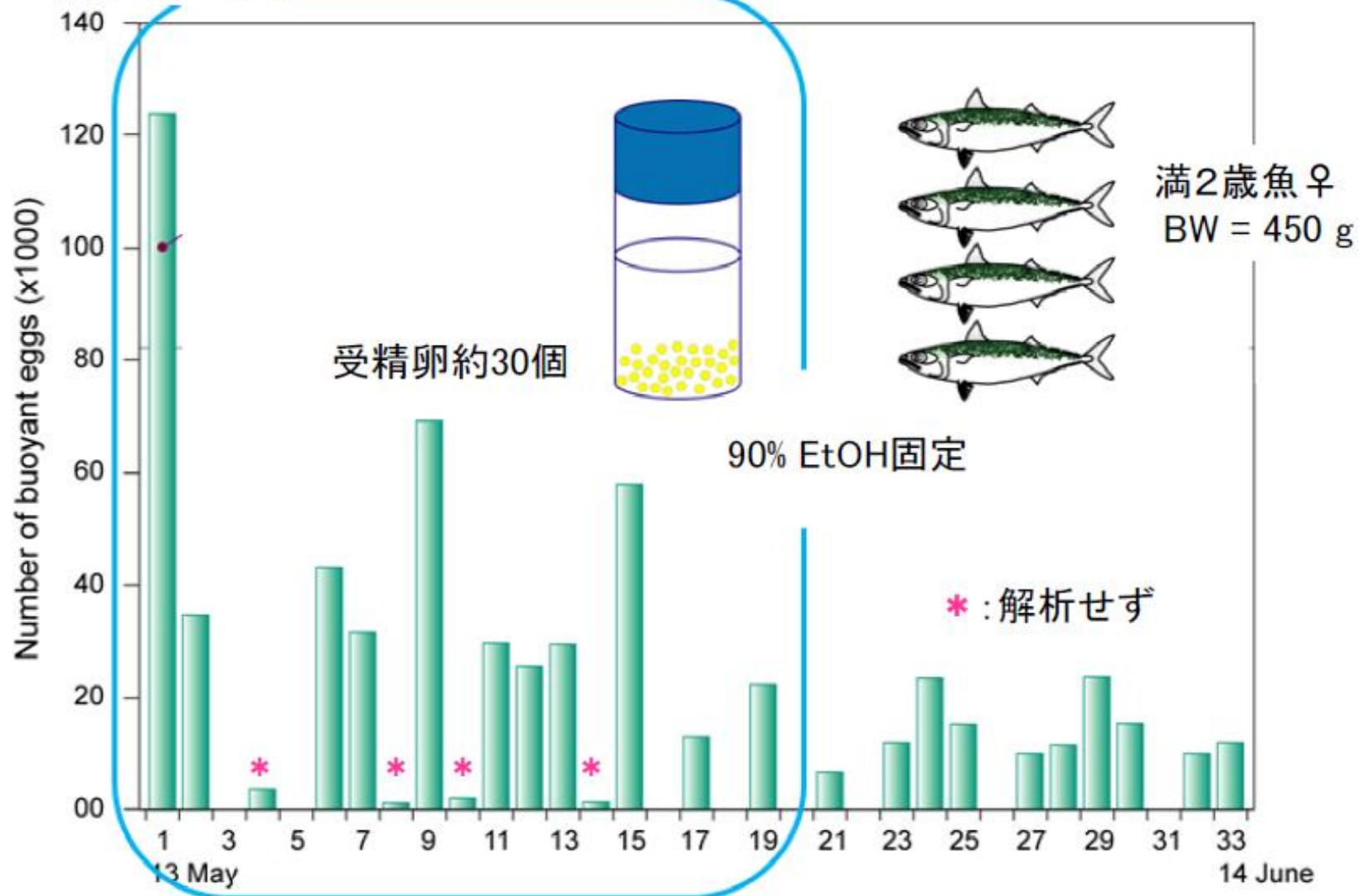
夜間に産卵
22:00-24:00に集中



1ヶ月以上にわたり連日産卵
水温22-23°Cで産卵終了

mtDNAを用いたマサバの母子判定

メス4尾、オス4尾



33日間で25回産卵 19日間のサンプルを使用

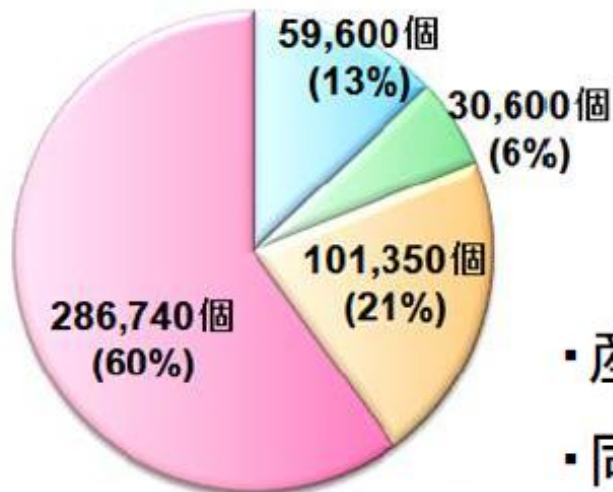
マサバの産卵能力

日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
産卵雌(尾)	3	1	0	*	0	1	3	*	1	*	1	2	1	*	3	0	1	0	1
尾産頻度(%)	75	25	0	0	0	25	75	0	25	0	25	50	25	0	75	0	25	0	25

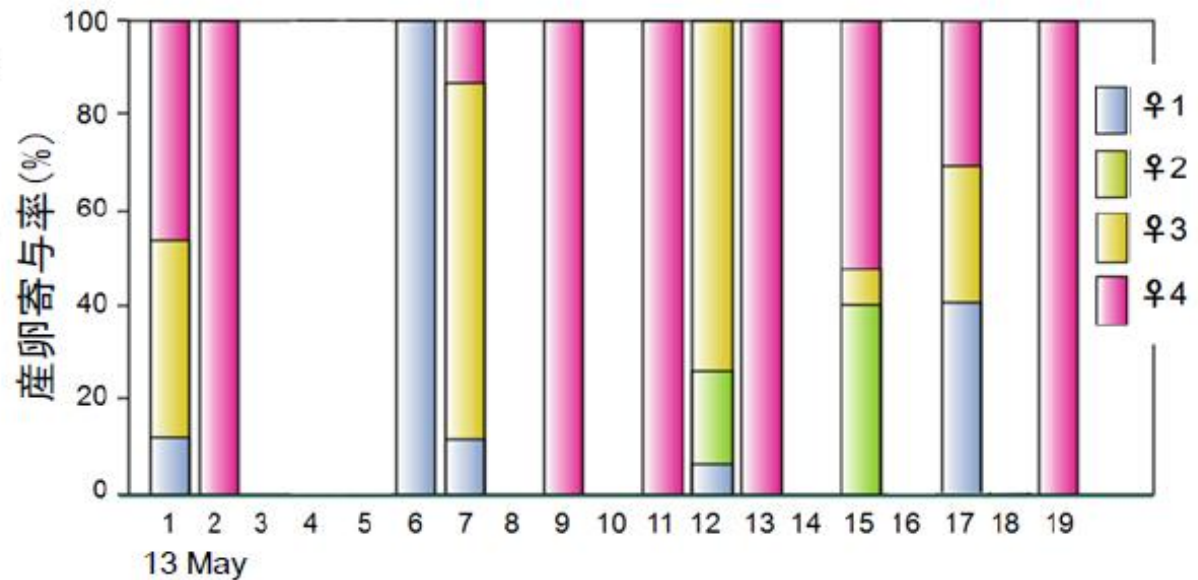
平均産卵頻度 23.7% = 約4.2日に1回の産卵

産卵回数(19日間)

♀1	♀2	♀3	♀4
5回	2回	5回	9回



総浮上卵数 478,300(個)



- ・産卵寄与率: 6~60%
- ・同年齢、同サイズでも個体により異なる

種苗生産



ふ化後2日で開口

ワムシ: 日齢2~14給餌

アルテミア: 日齢10~20

配合飼料: 日齢15~

配合飼料給餌後は急速に成長

全長70~100mm(4~10g)で沖出し

種苗生産の課題

【仔稚魚生残率】

- ・受精卵から7~8cm 種苗までの生残は、5~35%。平均25%を目指す。

【共食い・かみ合い対策】

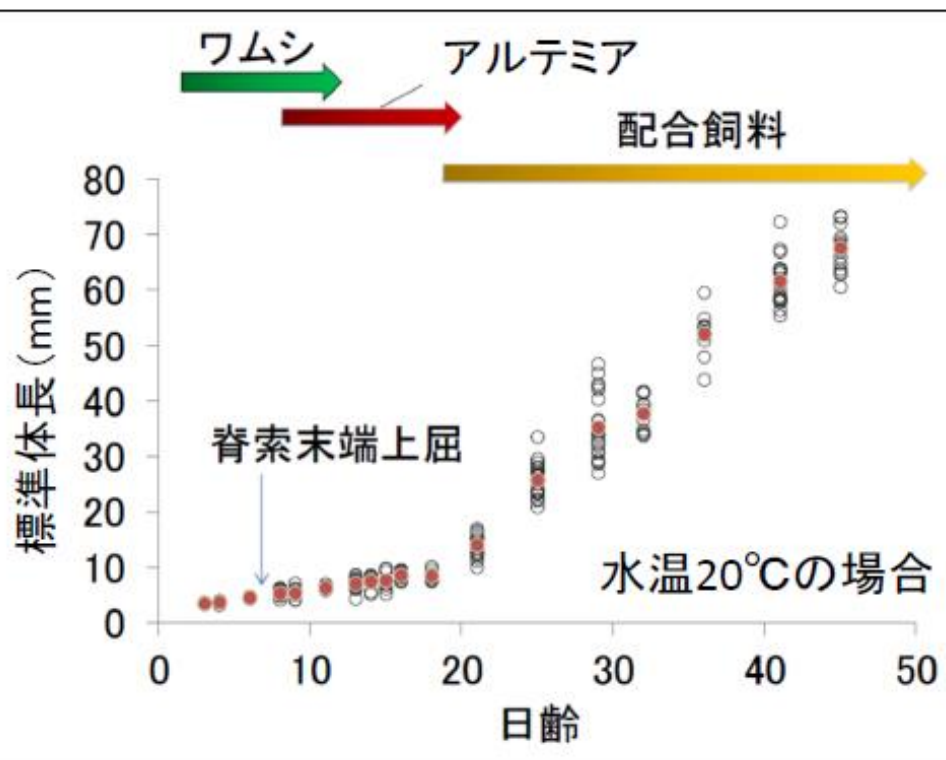
- ・5 mm(脊索末端上屈)から始まる
- ・1日複数回の給餌で対応
- ・サイズ選別により改善

【衝突死】

- ・背骨のわずかな変形、眼球の傷
- ・消灯時、給餌時に起こりやすい

【疾病】

- ・連鎖球菌、ピブリオ



完全養殖技術開発



2014年、完全養殖サイクルの確立と生産物の流通開始

唐津市水産業活性化支援センター



管理研究棟 2012年12月完成



屋内水槽棟 2014年3月完成



2012～2019年度：九州大学農学研究院唐津水産研究センター共同研究部門
2020年度～：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
(ABRIC)唐津サテライト

アクアバイオリソース創出センター (ABRIC)

アクアバイオリソース創出センター

Aqua-Bioresource Innovation Center (ABRIC)

農学研究院

アクアバイオリソース 基盤ユニット

- ・生殖幹細胞バンク
- ・養殖用新餌料
- ・組換えワクチン

昆虫科学・
新産業創生
研究センター

アクアバイオリソース 制御ユニット

- ・陸上養殖システム
- ・ICT、省エネ、創エネ
- ・アクアポニクス

農学研究院

水素エネルギー
国際研究
センター

アクアバイオリソース 創出ユニット

- ・養殖新品種の開発
- ・分子育種
- ・ゲノム編集

農学研究院

植物フロンティア
研究センター

アクアバイオリソース 開拓ユニット

- ・魚類以外の生物生産
- ・物質生産システム
- ・バイオ医薬品

農学研究院

工学研究院

アクアバイオリソース 実装ユニット

- ・栄養・機能・安全性評価
- ・ブランド化、認証
- ・流通、ベンチャー創出

農学研究院

経済学研究院

五感応用デバイス
研究開発センター

完全養殖マサバ“唐津Qサバ”

H28年6月

“唐津Qサバ”と命名

Q; Quality

究極

九州大学



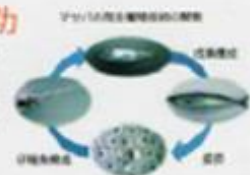
■新水産資源創出研究プロジェクト

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、瀬屋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、人工孵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孵化させ養殖する技術です。



■完全養殖マサバの特徴

○新鮮な漁魚

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。

○安楽した“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）

卵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、ワジラやイルカのお腹の中で成長になり繁殖し、アンドンや海苔などに寄生され、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!



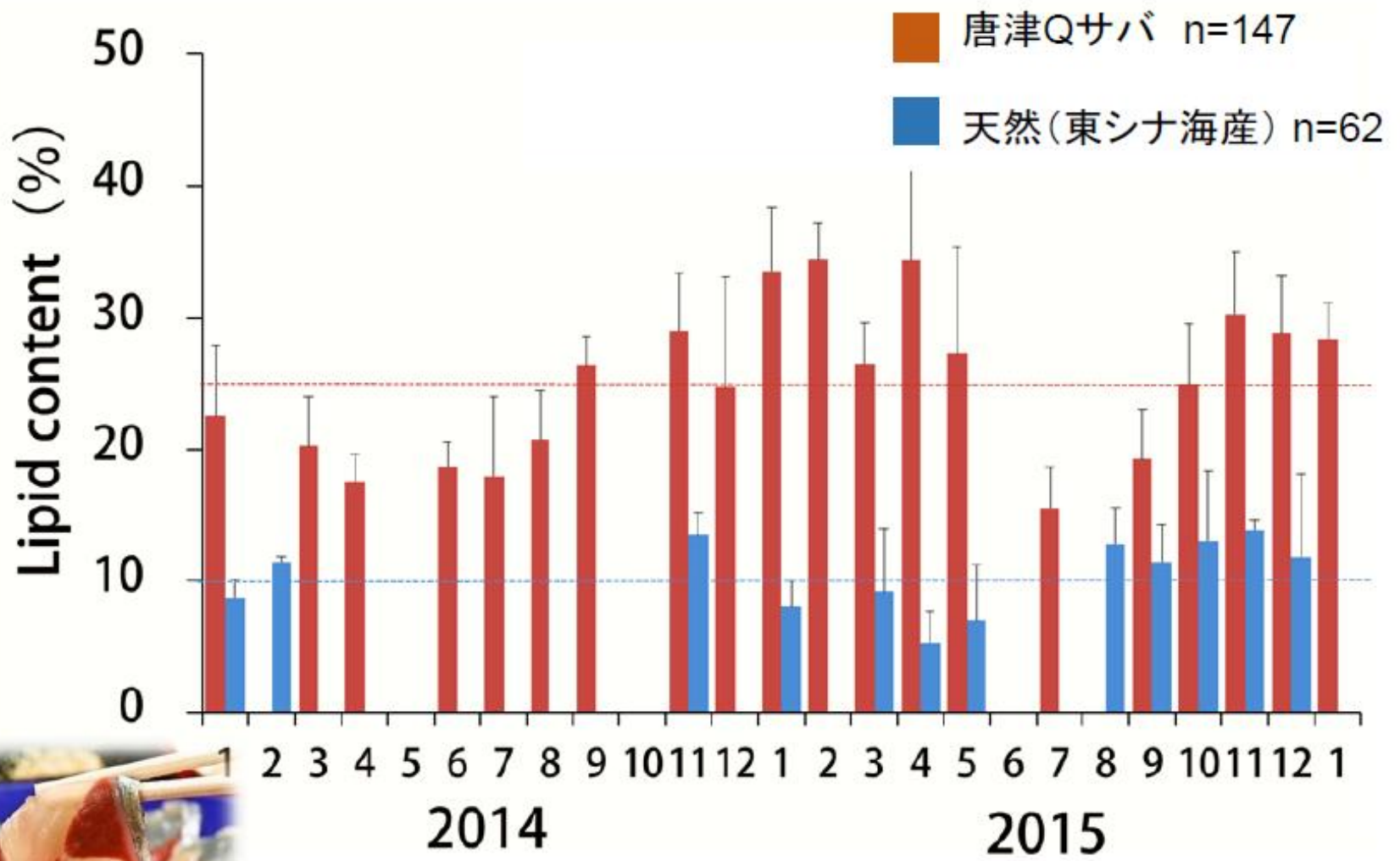
唐津市と九州大学の共同研究

唐津
Q
サバ

取り扱い店舗にアニサキスのモニター依頼

これまで 0/約70,000尾

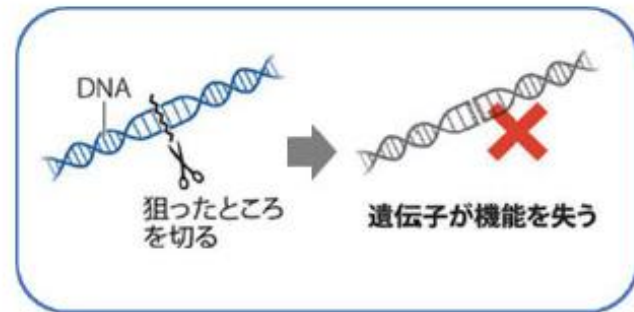
脂質含量



周年を通じた脂のノリ！

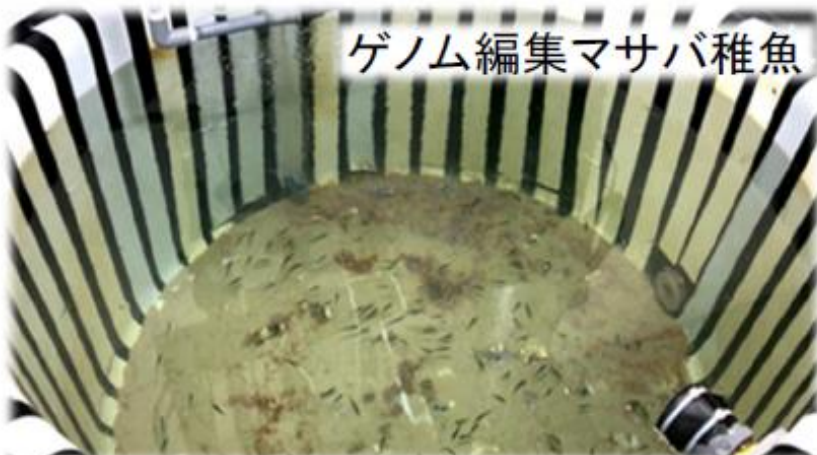
ゲノム編集によるマサバの育種

- ・筋線維成長抑制因子
肉量の増加
- ・飽食感喪失
持続的摂餌、高成長
- ・攻撃性低下
共喰い防止
- ・不妊化
遺伝子拡散防止
- ・安全性評価
- ・社会実装
- ・厚労省：2019年10月、ゲノム編集食品認可



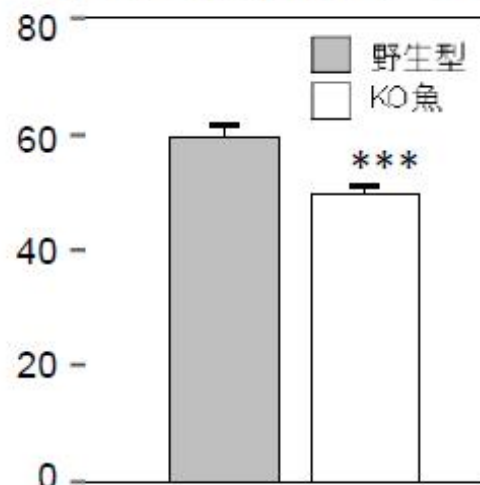
攻撃性の低下した“おとなしいマサバ”

3年で新品種を開発



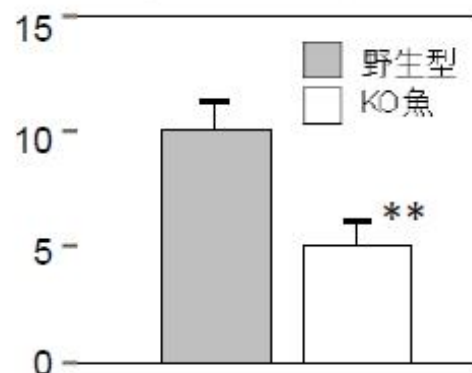
マサバは表層を活発に遊泳するが、ゲノム編集マサバは水槽の底の方で群れている。

水槽内酸素消費量(%)



15%減
(未発表資料)

攻撃行動回数(/hr)



51%減
(未発表資料)

おとなしくなった！

九州大学の取組み

唐津Qサバ等の養殖種



従来法(育種を含む)の改良・向上で生産性を高め、付加価値をつけ、販路を開拓する

ゲノム編集品種



各種形質をもつ品種を開発し、社会の要請に応じて即時に生産できる体制をつくる