

COOP トリプルカード みやぎスマイル基金 助成活動報告書

団体名	宮城県水産高等学校
連絡先	(団体電話) 0225-24-0404 (団体 FAX) 0225-24-1239 (団体 e-mail) miyagisuisan@od.myswan.ed.jp (団体ホームページ) https://miyagisuisan.myswan.ed.jp/
代表者名	小山 英明 (役職) 校長

1. 助成事業報告

事業名	石巻の未来を創る「金華サバ 2.0」の生産を目指して
目的	水産業が基幹産業である石巻。多くのブランド魚介類がある中、石巻魚市場で水揚げ量が最も多いのが「金華サバ」である。親潮と黒潮がぶつかり合う金華産沖で釣れる金華サバは大きく脂が乗っていて美味である。そのため、石巻では金華サバを原料とした多種多様な製品が町の経済を支えている。 しかし、近年金華サバを含めマサバの生産量は全国的に低下している。地域の特産品そして食文化を守り更なる発展を目指し、陸上養殖技術を用いてアニサキスのいない刺身で食べられる金華サバ、「金華サバ 2.0」の生産を目指す。 合わせてこの事業に携わることで時代を切り開くビジネスを創造できる人材育成を行う。
実施内容	アニサキスを持たないサバを生産するためには、①閉鎖循環式養殖システム内で自然環境から隔離して飼育すること、②親から子どもを採る完全養殖を行う事が必須である。昨年度飼育水槽 1 トンの閉鎖循環式養殖システムを完成させたので今年度はサバの完全養殖に挑戦した。
開始から終了までの流れ	サバ完全養殖実験は以下の手順で行った。 ①体重 500g の親サバを 70 尾購入。 ②8 角形のコンクリート水槽内で、ギンザケ養殖用の配合飼料を与え飼育した。 ③水温と共に成熟を観察。 ④成熟が確認できたら採卵、採精を行った。 ⑤採卵、採精は以下の手順で行った。

	・飼育水槽からサバを採り、麻酔薬（FA100）を入れた水槽内で麻酔をかける。 ・麻酔がかかったら、体重を量りホルモン剤（hCG）を背鰭側に注射する。 ・雌雄を判別し、雌雄分けて隔離水槽に移す。 ・隔離水槽で麻酔の覚醒を確認し 36 時間様子を見る。 ・36 時間後、搾出法で雌から卵を、雄から精子を採り混ぜ合わせた後海水を入れ授精させる。 * 今年度、この行程を 6 回行った。しかし、受精卵を得ることは出来なかった。 ・10 月以降本結果をまとめ、様々な機会を発表を行った。 * 発表機会は本校文化祭、石巻支部理科教育研究会の研修会、石巻市役所からの視察 ・2 月に畜養し残していたサバを使い調理類型の力を借りてクラスで試食会を行った。
活動の成果と教訓	【なぜ授精できなかったのか。】 本年度の夏季の水温は例年よりも 5℃以上高くなった。サバの成熟適温は 22～24℃である。今年度この水温に達したのが 6 月下旬から 7 月初旬であった。しかし、この時期の雌では卵巣の成熟が確認できなかった。卵巣の成熟が確認できたのは 7 月中旬から 8 月初旬で水温が 27℃から 28℃であった。この状況は予想外であった。通常、高水温になった場合、それに合わせて生物の産卵期は早まる。つまり水温が成熟・産卵が誘発される。しかし今回の実験ではそれが見られなかった。 例年成熟適温を迎える時期は 8 月初旬である。そして成熟が確認できたのもこの時期である。このことから、突発的な水温上昇の場合、水温による誘発ではなく、例年の慣習が強く作用するのではないだろうか。 もしくは成熟・産卵の引き金は 22～24℃という目安ではなく、8 月初旬に見られる 2, 3℃の水温急上昇こそが引き金になっているのではないだろうか。 おそらく健全な成熟・産卵は水温 22～24℃の時期に 2, 3℃の水温急上昇が重なることで起こると考えられる。つまり今回授精がうまくいかなかったのは、この 2 つの要因がうまくかみ合わず高水温によって卵が熟しすぎたためと考えられる。 【この方法以外でアニサキス 0 に出来ないか】 サバ体内へのアニサキスの寄生は食べたプランクトンに由来する。そして寄生部位は消化管である。しかしサバの死後、時間経過と共にアニサキスは消化管から筋肉へ移動する。 そこで、生きたサバを適切にしめ、すぐに消化管を取り除く処理をすればアニサキスを 0 にすることが出来る

	かもしれない。
今後の展望など	今年度の研究で、金華サバから採卵するための条件を見つけることが出来た。そこで次年度は時期を見ながら数回に分けて採卵することはせず、8月初旬の水温の急上昇が観察できたタイミングで多くの親を使って採卵を行えば受精卵を得ることが出来ると考えられる。そして受精卵を得ることが出来れば、孵化、仔稚魚養成そして本養成と飼育段階に進むことができ、金華サバ 2.0 の生産に大きく近づくことができる。 また、サバをしめた後すぐに消化管を取り除く事でアニサキスを0にできるかどうかを検証することで、より簡単に金華サバ 2.0 の生産ができるようになるはずである。

2. 助成金使途報告書

(1) 収入の部（助成の対象となった事業の分のみ）

確保した資金内容	金額（円）	備考
みやぎスマイル基金	¥300,000	
合計	¥300,000	

(2) 支出の部（助成の対象となった事業の分のみ）

費目	内容	予算額	実支出額	助成金からの支出額	領収書 No.
親魚収集	親サバ	¥100,000	¥50,000	¥50,000	3
	親サバ排卵誘導ホルモン剤		¥16,500	¥16,500	4
	親サバ飼育用品		¥33,346	¥31,491	7
餌料・飼料	栄養強化剤(スーパーカプセル・スーパー生クロレラ)	¥50,000	¥35,915	¥35,915	1
	シオミズツボ(S型)ワムシ		¥13,302	¥13,302	2
陸上養殖システムメンテナンス	工具・ホース等	¥80,000	¥81,414	¥81,414	6
商品開発	調理器具	¥70,000	¥71,378	¥71,378	5
合計		¥300,000	¥301,855	¥300,000	

*用紙が足りない場合は他の用紙などで補ってください。

*収入の合計と支出の合計が一致していることをご確認ください。

3. 送付必要書類

- (1) みやぎスマイル基金 助成活動報告書
- (2) 領収書のコピー（助成金から支出した分のみ）番号を振ってください
- (3) 成果物（活動をまとめた冊子、パンフレットおよび写真※など）
（※写真はHPに掲載可能なものを送付ください。）

実習の様子



3年生みんなで釣り集めた小サバは来年度の親サバとして育成しています。
成長に合わせて水槽も大きくしていきます。

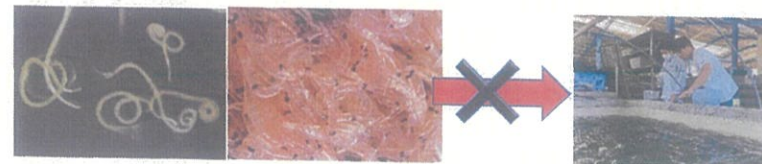


親サバは良質な卵を得るために定期的に生餌（オキアミ）を与えて成熟を待ちます。



孵化したサバ仔魚に与える餌はシオミズボウムシ。膨大な量が必要になるので産卵前から植物プランクトンを餌として与えたり、定期的に水替えをして培養を進めています。
大分量が増えてきたのでサバの成熟が待ち遠しいです。

サバとアニサキス



サバには寄生虫のアニサキスが多く含まれるため刺身ではなくしめ鯖を食べます。このアニサキスは、サバが好むアミ類やオキアミを食べることで体内に取り入れます。そこで親から受精卵を得て、孵化した仔魚を餌を管理して育てればアニサキス0のサバを生産することが出来るのではないかとこれが本実験のテーマです。

金華サバから人工的に採卵する

・成熟度のチェック



6月から飼育開始した体重500g以上の親サバの卵巣の発達を定期的に観察。
7月中旬。ようやく採卵出来るくらい成熟が進んだ。

・麻酔



成熟したサバに産卵を促進するためのホルモン剤を注射するために麻酔をかける。
麻酔薬を溶かしや海水にサバを入れて約10分でサバは動かなくなる。

・ホルモン注射



麻酔がかかったサバの体重を量り必要な量のホルモン剤（hCG）を背中筋肉に注射する。

・搾出



ホルモン注射後 36 時間
たったら再度麻酔をかけ
て、腹部を搾り卵と精子
を採る。
採った卵と精子は乾燥法
で授精させる。

・人工授精



精子と卵を手早く混ぜてから海水を加
えて授精させる（乾燥法）。
その後、洗卵し、吸水させる。その際に
浮上した卵が受精卵。

*今年度、受精卵を得ることが出来ませんでした。

・なぜ授精できなかったのか？



原因は今年の水温？

サバの成熟適温は 22～24℃であ
る。この水温であった時期は、今
年は 6 月中旬から 7 月下旬でし
た。しかしこの時期に飼育してい
たサバに成熟は見られませんでした。

実際に成熟が確認できて採卵で
きたのは 7 月下旬から 8 月初旬で
した。その時の水温は 27～28℃と
かなりの高水温でした。

なぜこのようなことが起こったのか？



例年このサバの成熟適温になる時期を見ると 8 月中です。おそらくこの
時期が例年サバの産卵盛期だと考えられます。そのため今年の稀に見る高水温
に適應せず水温ではなく、産卵ルーティンである 8 月という時期が優先され
たと考えました。

そして、水温は違えど温度変化の傾向は例年と今年とで酷似しているた
め、その産卵の引き金になった刺激が 8 月初めに起こる水温の急上昇だと考
えられます。

今年度授精が成功しなかったのは、産卵ルーティンで成熟したもののホルモン剤を注射後 36 時
間の間で高水温により卵の成熟が進みすぎたためだと考えられます。

・種苗生産成功に向けて

次年度、確実に種苗生産を成功させるために冬季から水温が上昇し始める 3 月から親魚育成を
始め、8 月初めの水温上昇を確認して人工採卵を始める。閉鎖循環式養殖システム内で水温 20 度
設定で孵化から稚魚育成を行う事が大切であると考えます。

【発表原稿】



生徒 A：昔々、あるところにお坊様
がいました。その前を馬をつれた
男が通り過ぎようとしていました。
馬は大量の鯖を担ぎ、とても疲れて
いました。それを見かねてお坊様は
「馬を休ませてあげなさい」と忠告
しました。しかし男は「そんな時間
はない」と素通りしようとした。

するとお坊様は「では積み荷を減らすため鯖を私によこしなさい」といいまし
た。男は「話にならん！」と通り過ぎました。するとお坊様は念仏を唱え、馬
が突然苦しみ始めました。男は慌ててお坊様に鯖を差し出すと、馬はたちど
ころに元気になる無事に峠を越えることができました。後にこの地にお坊様と鯖
を祀り「鯖大師」というお寺が建てられたそうなの・・・
そんな昔話が残るくらい日本人は昔から鯖が大好きでした。

石巻魚市場で水揚げ 水揚げ量No.1 サバ



生徒 B：われらが愛する水産業の町、
石巻。その中心である智也君も働く
石巻魚市場で年間水揚げ量、第 1 位
は、サバです。

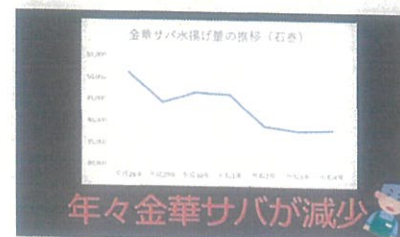
金華サバ

- ・体重 500g 以上
- ・体脂肪率 15% 以上
- ・金華山周辺で獲れて
石巻魚市場で水揚げ



生徒 A：さらにその中で体重 500
グラム以上、体脂肪率 15% 以上の
金華山周辺で獲れて石巻魚市場で水
揚げされた特別なサバ。

生徒 C：金華サバ！ とてもおいし
いですよね。



生徒 B：しかし金華サバ水揚げ量は
平成 28 年から現在まで年々減少し
ています。

生徒 C：このままだと金華サバが食
べられなくないませんか？

金華サバに付加価値 ↓ 金華サバ2.0

金華サバ2.0 の付加価値 アニサキス 0



べるというサイクルになっています。

生徒C: アニサキスがいるサバを食べて起こるのが激しい腹痛を伴うアニサキス症ですね。

食べさせない 持ち込ませない

生徒A: そこで私たちは養殖の力で金華サバに付加価値を付けた金華サバ2.0を生産して、この事態を解決したいと考えました。

生徒C: そんなにうまくいきますかね? そもそも養殖でつける付加価値って何ですか?

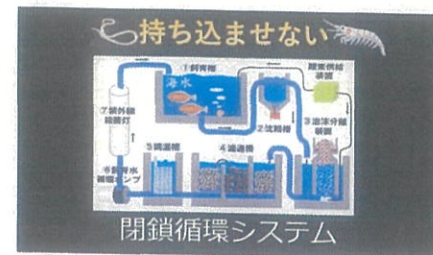
生徒B: 金華サバ2.0の付加価値、それはアニサキスを0にすることです。

生徒C: アニサキス0~? 刺身で食べられるサバってことですか? 確かにどれくらい付加価値ですね。でもそんなことできるんですか?

生徒A: その答えの前にアニサキスについておさらいしましょう。アニサキスはクジラなどの消化管で産卵します。そしてその卵はフンとともに海中に拡散されます。そしてその卵を食べたアミ類の体内で孵化します。そのアミ類を食べたサバやイカ、タラ類の体内で成長し、またクジラがそのサバを食

生徒C: なるほど! サバがアニサキスがいる餌を食べない。そして飼育環境にアニサキスがいるアミ類を入れなければサバをアニサキス0にできるんですね。

生徒A・B: ご名答!



生徒B: まず、アニサキスを持つ餌を持ち込ませないために必要なのが閉鎖循環式の養殖システムです。

生徒C: 水族館の水槽みたいに飼育水をろ過して繰り返し使うタイプのシステムですね。これなら外部から余計なものが入ってきませんね。



生徒A: 昨年度の先輩方がこの課題に取り組み、容量1トンの閉鎖循環式システム、その名も「オーバーツ1号 タイプ マッケレル」を完成させました。

生徒C: 名前はともかく。システムを開発するなんてすごいですね。



生徒B: 次にアニサキス入りのえさを食べさせない方法は.....?

生徒C: あっ! 親から受精卵をとる人工採苗ですね。卵から飼育すればアニサキスが体内に入りませんよね。

生徒A: その通り! ちなみにサバの体内に入ったアニサキスは数

年間生き続けるので天然で取れたサバはもう手遅れなんです。

今年度 人工採苗

生徒A・B: そしてこの人工採苗こそ、今年度私たちのミッションです。

方法

①麻酔

②ホルモン

③搾出

①麻酔



- ・薬品：FA100
- ・用量：0.2ml/ℓ
- ・用法：薬浴

②ホルモン



- ・薬品：hCG
(ヒト绒毛膜性腺ホルモン)
- ・用量：400IU/kg
- ・用法：注射

産卵の引き金になるホルモン剤が必要なんです。

③搾出



- ・ホルモン剤注射
36時間後
- ・麻酔後搾出
- ・乾導法
- 卵
- 精子

とても弱いので人工採卵はとても神経を使う3日間です。

生徒C：サバの人工採卵、どうやってやるんですか？

生徒B：1麻酔 2ホルモン 3搾出の順で卵・精子を取り、最後に乾導法で受精する方法をとりました。

生徒A：最初に体重500g以上の親サバを、麻酔薬FA100を1リットル当たり0.2ミリリットル入れた海水中で麻酔します。

生徒C：泳いでいる間に麻酔がかかる感じなんです。

生徒B：10分以内で麻酔がかかります。

生徒A：麻酔のかかったサバの体重を測り、ホルモン剤hCGを体重1kgあたり400単位、注射します。

生徒C：ホルモン剤がないと卵取れないんですか？

生徒B：はい、サバは飼育水槽内だと成熟しても産卵しないので、

生徒A：ホルモン剤注射後、36時間たったサバをまた麻酔をかけて、腹部を圧迫して卵と精子を取ります。とった卵と精子は乾導法で受精させます。

生徒C：人工採卵って手間がかかりますね。

生徒B：そうですね。サバは高温、酸欠、そしてハンドリングに

6,7月(2カ月間)



6回

人工採卵

生徒A：今年度6月から7月の2か月間で6回人工採卵を行いました。6月から7月上旬ではメスで成熟が進まず、採卵が成功できたのは7月中旬からでした。

生徒C：結構無駄打ちが多かったんですね。

生徒B：金華サバの産卵期を手探りで確かめつつやっていたのでこうなりました。なにしろ金華サバのおなかを絞ったのは多分僕たちが初なんです。

受精ならず



成熟後に
採卵した雌
2匹

産卵期の特定が急務

生徒A：結局、卵と精子は取れたものの最終的に受精させることはできませんでした。

生徒C：卵と精子が取れば、受精は簡単なんじゃないですか？

生徒B：自分たちもそう考えていました。しかし、卵と精子が取れば全て良質なわけでは

ないので、まとまった数の親が必要だったんです。しかし、無駄打ちもあって、成熟を確認できた時にはメス2匹からしかい wasn't でした。

生徒A：そこで次年度に向けて産卵期を特定することが急務と考えました。

生徒C：なるほど産卵期が特定できれば、そこに多くの親サバを使えますよね。

金華サバの産卵期

今までの金華サバの
産卵期：3～8月



生徒C：金華サバの産卵期、ググると3月から8月となっていますね

生徒B：サバの産卵期は自然下では長いと言いますが、人工採卵となるとその情報ちょっと違うと思いました。

飼育してみると...

7月から生殖巣が肥大
7月中旬から採卵可能

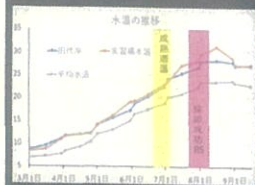
採卵に適した時期

7月中旬～8月中旬

生徒A：飼育しながら生殖巣を観察すると7月からようやく大きくなりだし、採卵できたのは7月中旬からでした。

生徒C：そうすると産卵期3月から6月は考えられませんか。

金華サバの成熟水温の実際



金華サバの産卵期
3月~8月

九州の成熟適温
22~24℃
6月下旬~7月上旬
採卵成功
7月中旬~8月初旬
27~28℃

納得できない結果...

が急激に進む水温は 22~24℃と確認されています。それを今年度の田代沖に当てはめると...

生徒C: 6月下旬から7月上旬ですね。でもこの時期、成熟していない親サバ無駄打ちしてましたよね。

生徒B: そうです。採卵できたのはここ、7月中旬から8月初旬、水温

生徒C: 27~28℃... (ごくり) 高すぎませんか?

生徒A: そうなんです。とても納得できず、そして今年の失敗もここにあると思います。

金華サバと九州サバの違いなのか?



今年稀に見る高水温

生徒B: 金華サバの産卵期とされる3月から8月の令和5年度の田代沖、実習場水温、平均の田代沖の水温の推移をグラフにしました。

生徒C: 今年はずいぶん水温が高かったんですね。

生徒A: そうですね。サバの研究が進んでいる九州では、成熟

生徒C: でも、これって金華サバと九州サバの単純な違いじゃないんですか?

生徒B: それも考えましたが、南のサバより高水温で産卵する北のサバ。それはないと思います。

生徒A: 雖は今年の稀に見る高水温にあると思います。

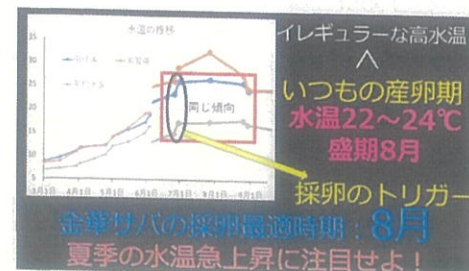
生徒C: でも高水温でも成熟に適した水温で成熟するだけで、産卵時期が早まるだけなんじゃないですか?

生徒B: 確かにそう考えますよね。でもそんな結果とならなかった。そこで...

正午
おなか空いていないのに
昼食たべちゃうことありますよね?

生物は
ルーティンを変えられない!

ギューよりルーティンが優先されるんじゃないかな?



イレギュラーな高水温
↑
いつもの産卵期
水温22~24℃
盛期8月
採卵のトリガー
金華サバの採卵最適時期: 8月
夏季の水温急上昇に注目せよ!

まりの急な水温上昇が産卵に向けたトリガーになっていると思うんです。

生徒C: なるほど、つまり金華サバの産卵に適した時期は8月。そしてその前の水温の急上昇を観察していればいいんですね。今年受精できなかったのは、ルーティンとホルモン剤で生まれたものの高水温のため卵精子の成熟が進みすぎたためとも考えられますね。

金華サバ2.0生産マニュアル

- ①3月から親魚育成
 - ②8月水温急上昇後、人工採苗
 - ③閉鎖循環式システムで養成
- 令和6年度金華サバ2.0爆誕

人工採苗。3。水温 20 度の閉鎖循環式システム内で養成することで金華サバ 2.0 を生産できると思います。

生徒C: いよいよ令和6年度 金華サバ2.0 爆誕ですね! これで完結ですね。

生徒B: 完結はまだまだ先。

生徒B: 勝本君、おなか減ってなくてもお昼になればお昼ごはん食べちゃったりしない。

生徒C: 確かに 11 時に朝ごはん食べても、時計見て 12 時ならまたお昼食べちゃいます。

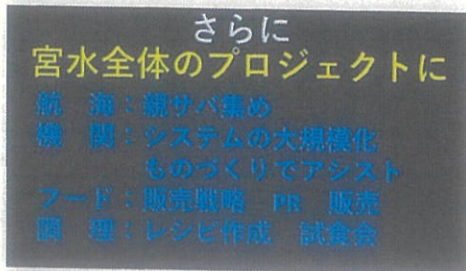
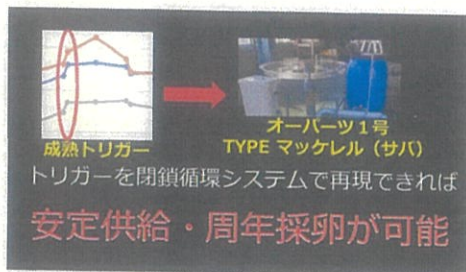
生徒A: つまり、生物はイレ

生徒B: つまりイレギュラーな今年の高水温より、例年の水温 22 度から 24℃の産卵期が優先されたと思うんです。

生徒C: グラフを見ると、あつ8月だ。しかも8月の水温の推移って今年度と平均で同じ形をしています。

生徒B: そう。そしてこの始

生徒A: 0から始まった金華サバ2.0プロジェクト。1つずつピースを集めここまで来ました。細かい条件はたくさんありますが、それらをまとめると1. 親魚育成は水温が上がる3月から開始する。2. 水温データを蓄積し夏季の水温急上昇を確認し8月に



ス類型にはパッケージデザインや販売戦略を考えて販売してもらい、最後に調理類型には消費拡大のためのレシピ作成や試食会の企画などをお願いしたいです。

生徒C: 宮水みんなで作る宮水ブランド金華サバ2.0。ワクワクしますね



イスしてもアニサキスを見つけれませんでした。

生徒C: 畜養したサバでもしめ方次第でアニサキス0が可能かもしれませんね。

生徒B: この発見した成熟トリガーを閉鎖循環システムで再現できれば、種苗の安定供給、さらには年間いつでも採卵が出来るようになるはずですね。

生徒C: 金華サバ2.0 エクスプロージョン計画！生産規模が大きくなりますね。

生徒B: そうなれば、このプロジェクトを宮水全体のものにしたいです。

生徒A: 例えば航海技術類型は親サバの収集、機関工学類型はシステムの大規模化などモノづくりの力を貸してほしいです。そしてフードビジネス

生徒A: アニサキス0をするため、もう一つ考えたのがサバを早くさばくという考えです。

アニサキスは最初内臓にいて魚が死んでから身に移ります。

生徒B: そこで生きてサバをしめてすぐ内臓を抜いて、サバの身にアニサキスがないか確認しました。すると、身をスラ



ね。



生徒B: からの！

生徒C: え！まだあるんですか

生徒A: SDGsは知っているよね？

生徒C: はい！すべての人々にとってよりよい、より持続可能な未来を築くための持続可能な17の開発目標ですよ

生徒A: 実はわれらが石巻は令和2年8月からSDGs未来都市計画を進めているんです。

生徒C: 聞いたことがあります



金華サバ2.0、成功すればSDGs未来都市いしのまきの主力選手になりそうですね！

生徒A: プロジェクト金華サバ2.0は17の開発目標のうち、

2 飢餓をゼロに、4 質の高い教育をみんなに、8 働きがいも経済成長もなど、なんと7つの目標にリンクしています。

生徒C: 地元の宝 金華サバを持続的に生産して、さらに付加価値をつけるプロジェクト



生徒A: 12月に畜養したサバで試食会を開きました。メニューはサバのしゃぶしゃぶ、サバの棒寿司です。調理類型の技術も凄かったですが、脂が

乗っていておいしかったです。生徒B: それが石巻かほくに載りました。この記事で金華サバ2.0プロジェクトが多くの

人に知ってもらえれば良いです。

生徒C: 金華サバ2.0への期待が高まりますね。