

魚の餌を考える ～ハタハタ廃棄部中のコンドロイチン硫酸の有効活用～

沖飛翔・林航希、田口紫音・長澤宙輝
(兵庫県立香住高等学校海洋科学科)

1 はじめに

近年の養殖生産量は増加傾向にあり、その量はついに漁業総生産の約1/3程度になった。さまざまな技術開発の末、未知の魚たちまでも、人工産卵に成功し、ついにはクロマグロの完全養殖を達成するまでになっている。一方で、現在話題になっているように食の安全・安心や持続生産などに象徴されるように、これからの養殖は単に魚介類や藻類を増やすだけではなく、環境への負担を減らすことを考えなければならない。

また、日本全国で出されるゴミの量は5200万トンでこれは東京ドーム138杯にあたる。工業などから出る産業廃棄物はさらに多く、4億1200万トンにもなる。香美町でもゴミの問題は深刻で、なんとかしなければならない重大事になっている。食品について考えてみると、年間1900万トンの食品廃棄物が出ており、そのうち、まだ食べられるのに捨てられている、いわゆる「食品ロス」が900万トン。日本の食料自給率は僅か40%であり、先進国で最低であることを考えるとかなり深刻な問題である。そこで、今年度は廃棄物に着目し、より効率の良い養殖を目指すことにした。

香美町内の水産加工所からは水産物の不可食部が大量に廃棄されている。そのなかでも特に多いのが、ハタハタ、スルメイカ、カレイの頭部、及び内臓であるラテンアメリカの大御所 John McNamara 博士も真剣に見て下さり、英語で堂々と質疑応答ができた。これらには硫酸化度の高いコンドロイチン硫酸が含まれていることがわかっている。コンドロイチン硫酸には、関節痛、眼精疲労防止などの効き目があり、容易に抽出が行えるようになると、廃棄物の処理と新しい天然資源としての利用という両面の利益を追求することができる。

現在、多くの市販されているコンドロイチン硫酸は、主にサメ軟骨やクジラ軟骨由来のものである。しかし、サメやクジラは捕獲制限を受けたり、ワシントン条約による保護が進行中。そこで、ハタハタ、カレイは保護対象に該当せず、感染症の心配もない。捨てられているもので、かつ安全で安心なものから、魚の餌としての可能性を模索する研究をすることにした。ここで、高校生の行動力と自由な発想で、地域の廃棄物から香住高校で養殖している魚の餌を作り、環境に配慮した餌の研究ができたらと考え、この課題を設定した。香住には多くの特産品があり、原料を加工し、かなりの栄養分を含んだまま、捨てられている。町の活性化にも繋がれば幸いである。

目標 環境保全、回復していくために地域の中で水産高校生ができることを探る。

実践項目 餌の学習

ハタハタ廃棄部中のコンドロイチン硫酸の有効活用

光周期が養殖ヒラメ仔魚の摂餌に及ぼす影響

水産・海洋系高等学校日本海南部地区研究協議会生徒研究発表会

日本水産学会中国・四国支部

2 研究の概要

餌の学習

魚類の栄養は、魚類も他の動物と同様に、タンパク質、脂肪、炭水化物、ビタミンおよび無機質を栄養素として、外部から摂取しなくては、成長や繁殖できない。しかし、餌の原料は無尽蔵ではなく、限りがある。

摂餌料

魚の種類、成長過程、水温、餌の種類、形態や動性などによりことなる

評価法

飼料効率(E)は飼育期間中の魚の増重量をG、同じ期間中の総給餌量をRとすると、

$$E = G / R$$

$$\text{増肉係数}(F) \text{は} \quad F = R / G$$

これらの値は、同一飼料であっても魚の大きさ溶存酸素量、水温、塩分などによって変化する。

摂餌誘因物質

物理的的刺激に加え、溶出したエキス成分による化学的刺激を起こし、餌のまわりに魚を集め、摂餌行動を促進する。化学的摂餌誘因物質としてアミノ酸、イノシン酸、プロリン、アラニン、ADP、ATP、ペプチド、リシン、グリシン、バリン、 α -アミノ酢酸などがあり、各魚種により好みがある。

効果的な餌

シオミズツボワムシ

S型 適水温 23

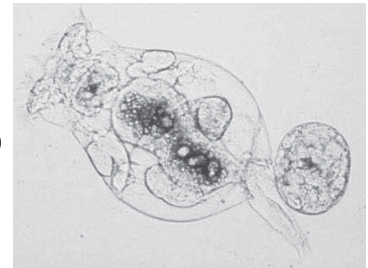
夏季の甲殻類に適する

(水温の低い所に入れると適する。1度沈むが再び浮上する)

L型 適水温 18 (安定している)

アユ、ヒラメに適する

L型はS型より体重は3倍



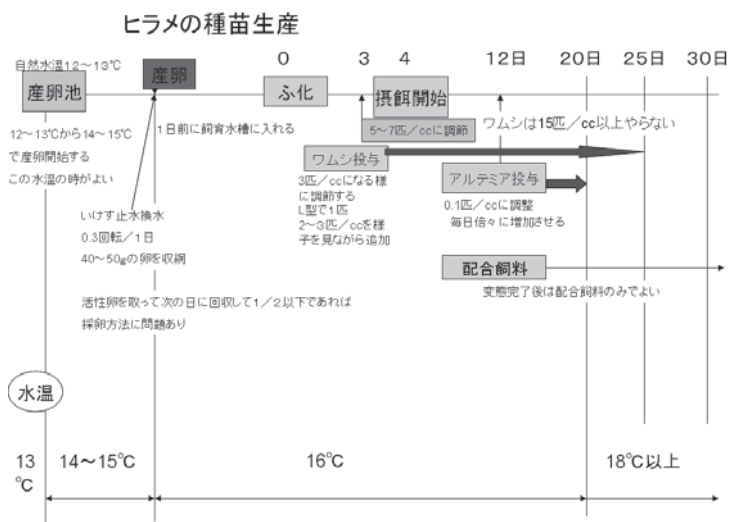
ヒラメの飼育

どのような魚を使い餌の研究をするか考えた。生徒からはエンゼルフィッシュ、ネオンテトラ、ドチザメ、ベタ、アカヒレ、ドジョウ、アナゴ、イセエビ、カンディ、金魚、ヒラメ、ブルーギルなどさまざまな魚種が出たが、現状を考え、現在、香住高校で養殖しているヒラメに決定した。また、その時、地域に栄養価が高く、廃棄されている食材はないか考えた。

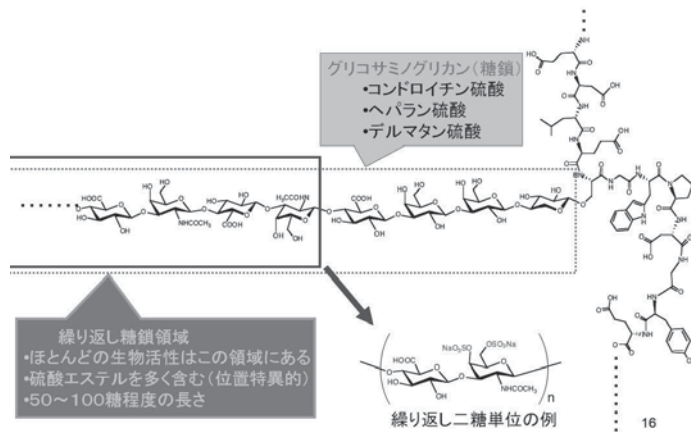
底生生活をおくるヒラメは、網いけすでは、網ズレをおこして病気になったりへい死したりしやすく、陸上水槽が適している。また、適水温は10 ~ 25 で、山陰地方冬期の低水温時に比較的強いため、実験魚として有効であると思われる。

受精卵は産卵期間中に1尾より、400万粒程得られる。その中から良質な浮上卵を選び、飼育に選抜した。飼育は塩分濃度を高めに設定した清浄な海水を使用して、パンライト水槽中でふ化まで管理した。途中、発生した沈卵は水質悪化を招くため、こまめに取り除いた。ふ化した後、腸管の発達に伴って、シオミズツボワムシを3匹/ccになる様に調節する。L型で1匹、S型で2~3匹/ccを様子を見ながら追加。ただし、

15匹/cc以上にならないように注意する。12日から、アルテミアを準備し、0.1匹/ccに調整し毎日徐々に増加させる。同時に配合飼料も与え、変態終了の後はアルテミア投与をやめる。



ハタハタ廃棄部中のコンドロイチン硫酸の有効活用



地元企業の株式会社香住鶴より、酒粕。株式会社トキワより梅の絞り滓の提供があった。

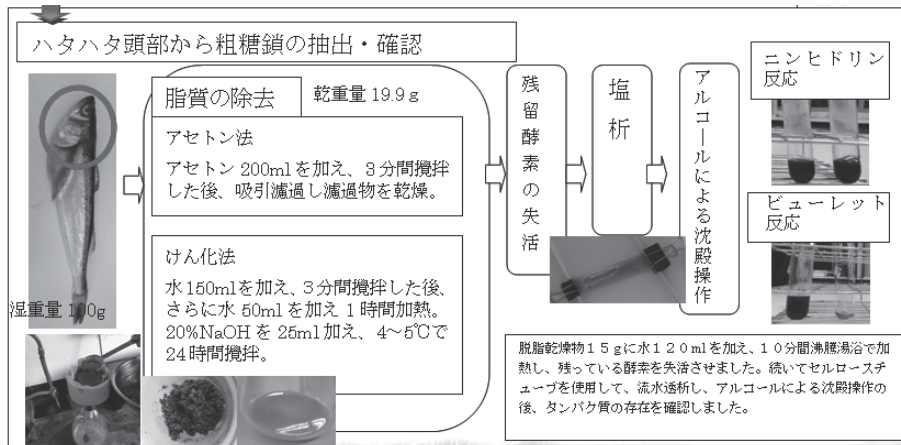
酒粕には日本酒と同じ8%のアルコールが含まれているが、栄養価は高い。酒粕 100g 中には カロリー 227kcal、水分 51.1g、たんぱく質 14.9g、炭水化物 23.8g、脂質 1.5g、アルコール 8.2g、ビタミン B1 0.03mg、ビタミン B2 0.26mg、

ナイアシン 2mg、ビタミン B6 0.94mg、葉酸 170 μg、パントテン酸 0.48 mg、食物繊維 5.2 mg 含まれている。梅(生)の 100 g 中にはカロリー 117kcal、水分 90.4g、たんぱく質 0.7g、炭水化物 7.9g、脂質 0.5g、クエン酸などの有機酸を多量に含み、疲労軽減効果が実証されている。その他に、香住高校の伝統的な実習製品である、イカー夜干しから廃棄物として捨てられているイカ軟骨を利用した。イカ軟骨にはコンドロイチン硫酸Eを含んでいる。コンドロイチン硫酸は多くの生物に含まれているが、クジラは漁獲制限。サメはワシントン条約による保護対象。ウシ、トリ、ブタはBSEやインフルエンザ等の感染症の危険性がある。しかし、現在のところイカには漁獲制限がなく、保護対象になっておらず、感染症の危険もなく、資源量は豊富である。コンドロイチン硫酸の効能としては、コラーゲンとともに、体内の結合組織を形づくっており、組織に保水力や弾力性を与え、栄養分の消化吸収や代謝を促す作用がある。

イカ軟骨を使用し、コンドロイチン硫酸配合の餌を食べた魚が、筋肉中により高濃度のコンドロイチン硫酸を含めば、廃棄されていたものから付加価値の高い有用な食品が生み出されることになる。

人工餌配合組成

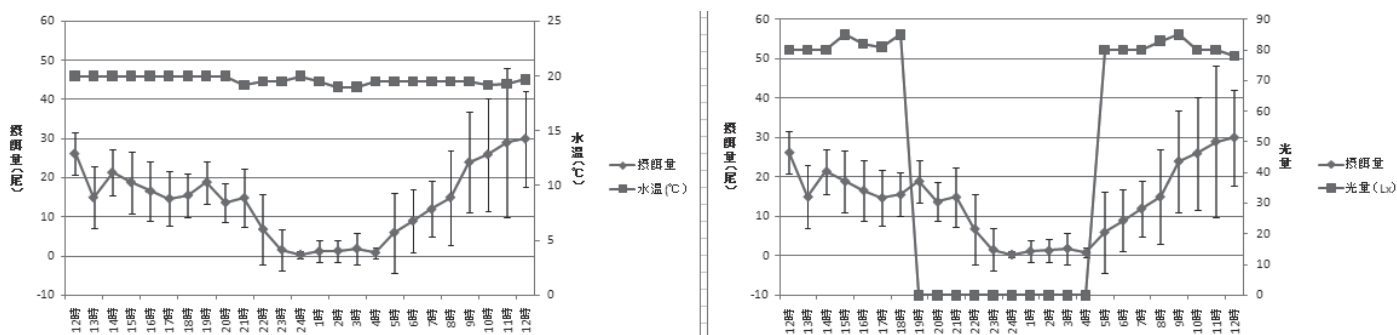
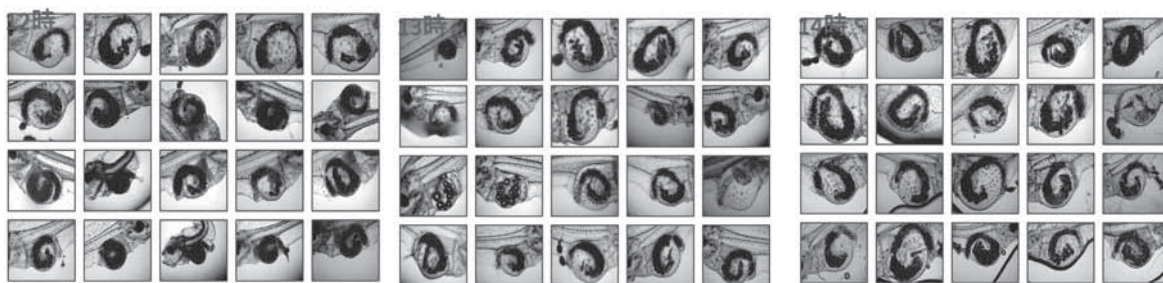
ティラピア(魚粉用:香住高校で養殖)	215g
梅絞りかす(地元トキワより提供)	80g
家庭生ゴミ(野菜くず)	60g
イカ軟骨(香住高校実習残渣)	200g
小麦粉	100g
酒粕(地元香住鶴より提供)	80g
水	700g



光周期が養殖ヒラメ仔魚の摂餌に及ぼす影響

魚類のふ化仔魚は内部栄養を吸収しながら発育し、開口後に外部から餌を捕り始めるが、その時に捕捉可能な餌サイズは口径に規定される。餌サイズと給餌の量やタイミングが初期摂餌量を左右し、その後の生残と成長に大きな影響を与えることがわかっている。現在、本校で養殖しているヒラメの種苗生産では、初期生残の低さが大きな問題になっている。仔魚の摂餌行為は視覚によると考えられ、光の周期が大きく関係している。そこで、仔魚の初期摂餌量の増加をねらいとして、24時間連続照明、12時間連続照明や自然日長に比較して仔魚の摂餌機会がどのように違うかを調べることにした。そのことがわかれば、配合飼料の利点として、餌サイズは自由に変えることが可能であるが、その反面、食べ残した餌が水質悪化を招くなど大きな問題点も残されている。摂餌の時間帯がわかれば、幾分か軽減が可能になると予想し実験をはじめた。

さらに、本校生徒が作製した環境に優しい餌を利用することが実現できたら、現在廃棄されている、スルメイカ軟骨、ハタハタ頭部の有効利用に繋がり。そして、コンドロイチン硫酸を高濃度に含み、香住特産の二十世紀梨の香りを含んだ付加価値の高い、安心安全な養殖魚になることを願う。



実験でコンドロイチン硫酸が含まれている可能性が高いことが確認された。現在、地元の水産加工業者は処分場閉鎖の為、廃棄物の処理に困っており、早急に解決する必要がある。そこで、同じく地元産20世紀ナシを活用することで、栄養的に付加価値の高い釣り餌と配合飼料の作製で、新たな活用方法を模索することができた。今後はより完成度を高めるために、さらなる工夫が必要である。

今回の実験でヒラメ仔魚は餌を食べる時と食べない時があることがわかった。しかし、生活習慣の定着やその他の要因のため、すべての仔魚が同時に摂餌を開始するとはかぎらないので、サンプルの数は多くする必要がある。実験の結果から、光の影響が大きく摂餌行為と関係しているということがわかった。適切な時間帯に、適切な量を与えれば餌の無駄がなく、効率的な飼育が可能になる。

3 考察

食糧資源事情において、異常気象による不作・枯渇の兆候・価格高騰の気配など世界各国での資源争奪戦はすでに始まっている。さらに、我が国の食糧自給率は40%付近を推移し、先進国最低の状態であると国連食糧農業機関（FAO）は報告している。このような状況で、限られた地域の資源を有効に活用することと、ゴミ問題について考えることは価値がある。さらに、コンドロイチン硫酸配合の餌にすることで、より付加価値の高い養殖魚になることをねらった。しかし、摂餌吸引物質を効果的に使うなど工夫がなければ、魚の餌はただ単につくっても、水を汚し水質環境悪化を招くのみである。試行錯誤しながらの1年であったが、結局、今年度は魚の成長が間に合わず、結果は来年度以降へ繰り越しとなった。

生徒たちは、毎日、魚の世話をしていると的心中に、生き物を大切に作るやさしい気持ちが育ち、教育的にも効果があることがわかった。また、新たな発見があり、次々と疑問が浮かび、少しずつ解決していくことのおもしろさに引き込まれるようだった。