

滑川の里海を守るための海洋環境調査 およびアワビの効果的放流方法

富山県立滑川高等学校海洋クラブ

1 はじめに

富山湾は、沿岸から急激に深くなっていて、海底には多くの谷が入り組んだ、「あいがめ」といわれる海底谷があることから、天然の「天然のいけす」といわれ良い漁場となっています。また、3,000m級の立山連峰から流れる水が豊富な栄養分を運んでくることから、豊かな海藻ができ、そこが魚介類の格好の住処になっています。水産資源の豊かな富山として知られていますが、滑川市高月海域においては磯焼けが進行しています。

海洋クラブでは、地域の海を守るために海岸清掃活動ならびに稚魚の放流、海藻の定植活動を行ってきました。海洋クラブでは海洋環境調査を行い、環境の現状、藻場の減少の要因を探り、水産資源を有効利用することで環境教育の向上を目指しています。

●富山県立滑川高等学校について

滑川高校は、普通科（3クラス）薬業科（1クラス）商業科（1クラス）と海洋科（1クラス）の4つの学科をもつ総合制の学校です。



●海洋科の紹介

○学習内容

1年では全員が同じ専門科目を学習し、水産について幅広く学習します。実習では3つの専門を交替で学びます。





2～3年では、実習分野の専門性を特化します。

●海洋クラブについて

○海洋クラブとは海洋科の生徒全員が所属し、海洋科の行事や地域行事、水産・海洋の研究、海洋スポーツなどを行う学校クラブ活動です。



滑川市ホタルイカ祭りカヌー体験



海岸クリーンアップ活動



滑川市龍宮祭り 実習製品販売



サクラマス稚魚放流（上市川）

地域行事のボランティア活動の他、環境活動として海底・海岸清掃およびゴミの漂着物の調査、アマモやアカモクなどの海藻定植活動、サケ・サクラマスの飼育・放流活動を行っています。

2 高月海岸の里海を守る活動

●藻場の役割と重要性

○藻場

海藻の森である藻場は稚魚のエサ場やすみかとなる大切な場所（一次生産の場）であり、多くの水生生物の生活を支え、産卵や幼稚仔魚に成育の場を提供する場所（有用魚介類などの生息場）となります。また、水中の有機物を分解し、栄養塩類や炭酸ガスを吸収し、酸素を供給するなど海水の浄化に大きな役割を果たしている場（環境保全の場）であり、海中景観や環境学習を提供する場でもあります。

●磯焼け現象（海の砂漠化）

○磯焼け

磯焼けとは、「浅海の岩礁・転石域において、海藻の群落（藻場）が季節的な消長や多少の経年変化の範囲を越えて著しく衰退または消失して貧植生状態となる現象」です。磯焼けが発生すると、回復までに年月を要したり、磯根資源の成長不良や減少を招き、沿岸漁業に大きな影響を及ぼします。磯焼けの発生には、海況の変動や沿岸・河川流域環境の変化などが考えられますが、磯焼けが継続している要因は植食動物（ウニや植食性魚類）による食害であることを示す事例が多いようです。磯焼けの定義にあるように、かつては藻場であったが、衰退してしまった場所を回復させるのが「磯焼け対策」であり、藻場がなかった場所に藻場を造成する「藻場造成」とは異なります。

磯焼けの原因

- | | |
|------------|------------|
| 1. 海況の変化 | 5. 植食動物の食害 |
| 2. 栄養塩の欠乏 | 6. 海底基質の占有 |
| 3. 淡水流入の影響 | 7. 海底基質の埋没 |
| 4. 天候の異変 | 8. 公害 |

●高月海岸の藻場の状況

○高月海岸の藻場

高月海岸の藻場はマクサ（テングサ属 *Gelidium elegans*：紅藻類）が7割を占めます。ついでアカモク（*Sargassum horneri*）、ヤツマタモク（*Sargassum patens*）、が多く、ツルアラメ（*Ecklonia stolonifera*：褐藻類）、ミル（*Condium fragile*：緑藻類）クロモ（*Papenfussiella kuromo*：褐藻類）等の様々な海藻が混成しており、夏にはアナアオサ（*Ulva pertusa*：緑藻類）が大量に発生し、秋から春にかけてはワカメ（*Undaria pinnatifida*：褐藻類）の発生が確

認されています。生息域は0.5mから概ね6 mの水深となっています。これは富山県内の他の海域と比べ明らかに浅い水深となっているが、この海域の透明度の低さが原因によるものと考えています。藻場面積は、平成7年を基準にすると10年後の平成18年には半分以下の面積になってしまいました。また、アマモは平成16年を最後に滑川市から姿を消してしまいました。海洋クラブでは藻場再生活動を平成19年から行い、平成7年の6割弱まで回復することができました。



高月海岸の藻場

●高月海岸の藻場再生

○海洋クラブの活動

海洋クラブでは、里海を守る活動として、高月海岸の海底・海岸清掃、サクラマスおよびアワビの放流活動と藻場再生活動（食害生物の駆除、アマモの移植および播種、海藻の種苗の投入および母藻の設置、鉄炭団子の投入）を行っています。



海藻定植活動（テングサ/アカモク/ヤツマタモク）



ウニ駆除活動

藻場は稚魚や小魚のエサ場となり住処となります。この藻場が小さくなるということは、魚が少なくなることにつながります。

海洋クラブでは、藻場再生活動として、海藻・海草定植活動、海藻の食害生物となるウニの駆除活動、藻場の成長を助け、環境の浄化を促進するために使

い捨てカイロを原料とした鉄炭団子やの投与を行っています。
 また藻場が小さくなった原因を探るために海洋観測を実施しています。

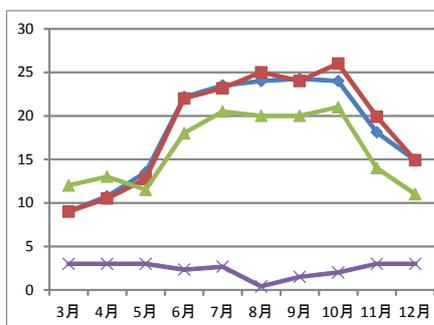
3 高月海岸の海洋環境調査

●海洋環境調査研究

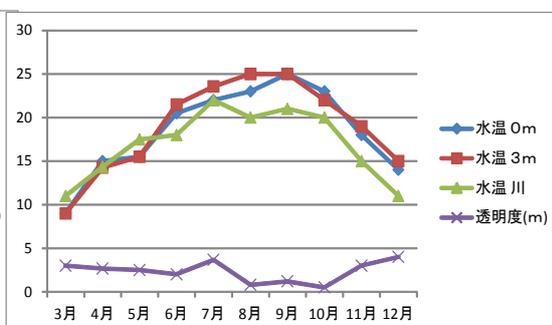
○陸上からの調査

採水バケツを用いて、上市川河口および高月海岸の表面水温と水深3mの水温を計測しました。またセッキ板を用いて透明度の計測をしました。計測回数は3～12月までで20回になりました。

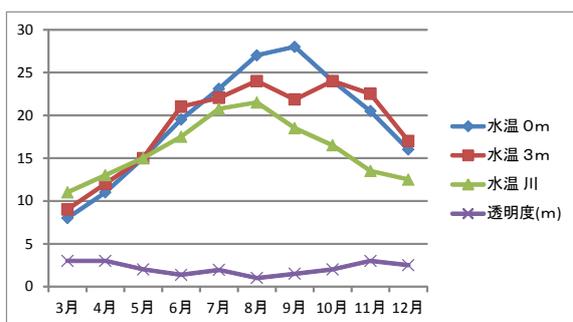
上市川河口調査 平成25年度



平成26年度

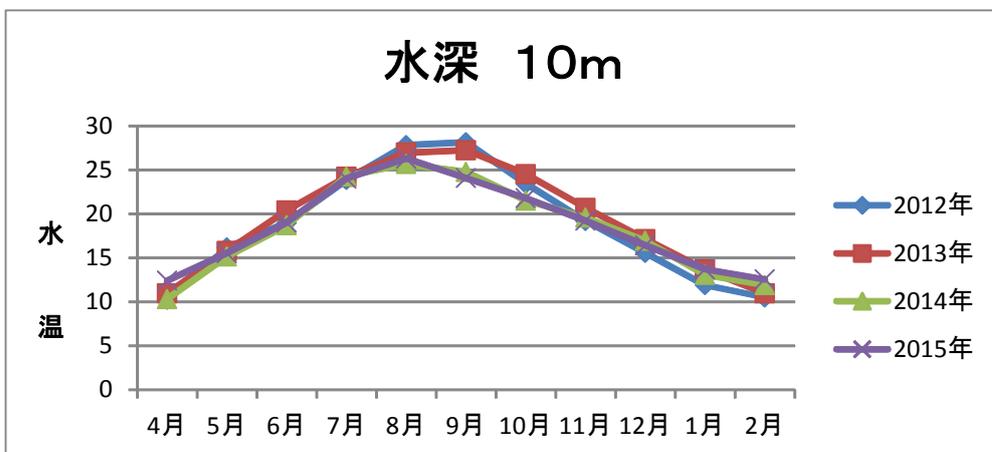
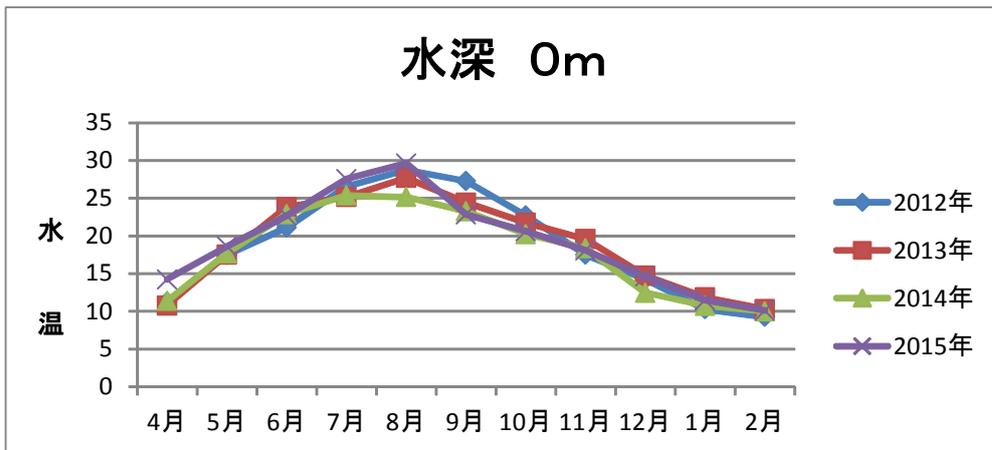


平成27年度

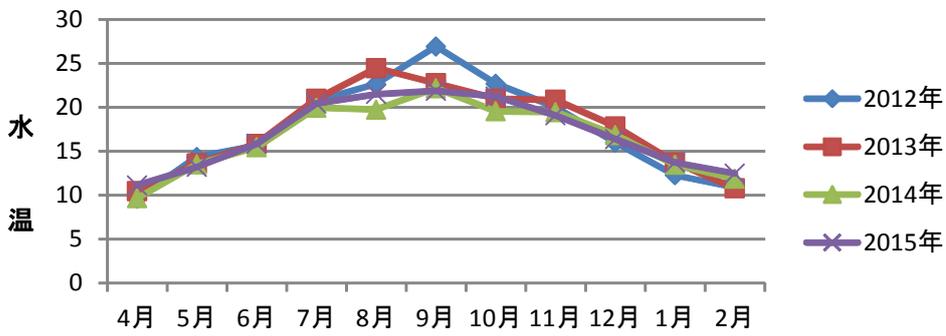


○船舶による調査

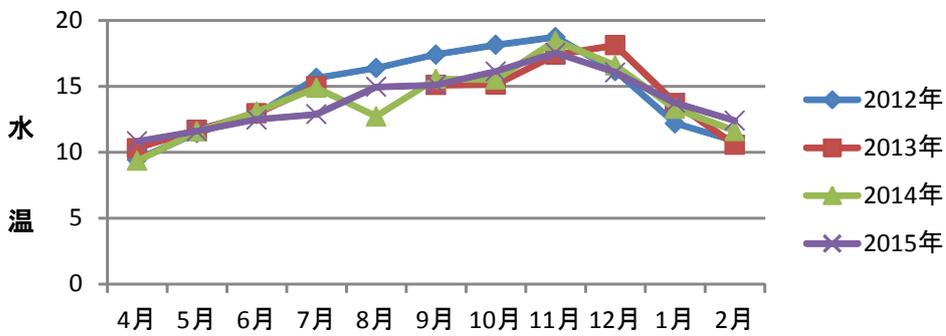
滑川高校実習船「かづみの」で高月海岸沖の水質（水温、塩分濃度、電導度、濁度、カドフィル濃度）：水生生物環境に影響を与えると思われる項目を計測しました。CTDを使用して深度0・10・20・30・50・70・75・100・125・150・175・200mの計測を行いました。調査日数は平成27年4月～平成27年12月までで37日間になりました。また、「かづみの」を使用した潜水による藻場観測は3日間行いました。



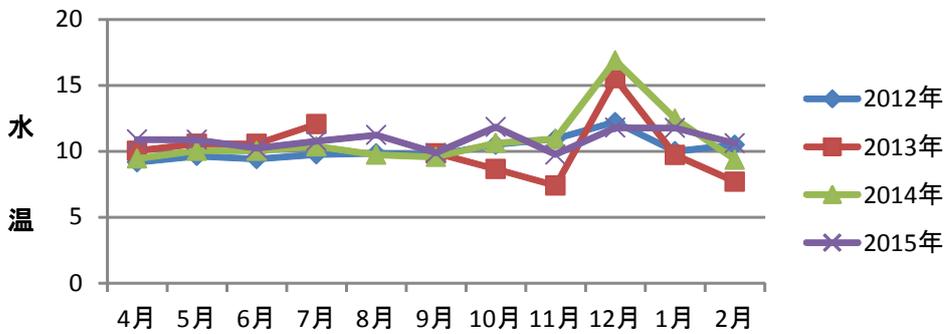
水深 50m



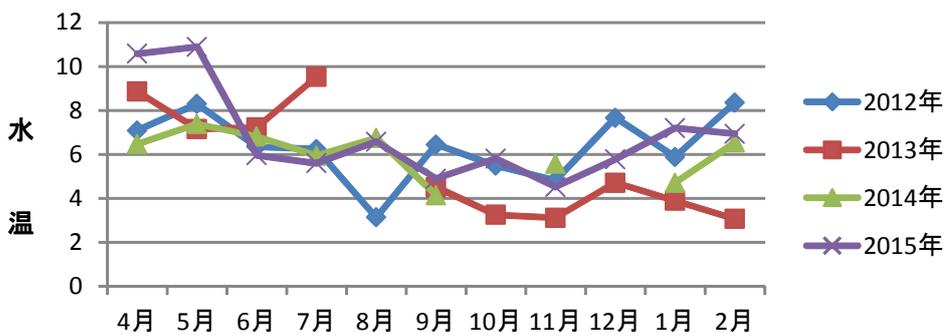
水深 100m



水深 150m



水深 200m



3 アワビの効果的放流方法

●エゾアワビの効果的増殖に向けた放流について

○アワビの生態と放流場所について

クロアワビ、メガイアワビ、マダカアワビは日本海側では新潟県以南から、太平洋側では茨城県以南から九州までの沿岸各地に分布しています。

エゾアワビはクロアワビの地方変種で、主に北海道の日本海側や茨城県以北の太平洋岸に分布し、西九州の天草諸島の一部にも生息しています。

種類別の生息水深は、クロアワビが水深4~10m（主に6m）、メガイアワビが4~15m（主に10m）、マダカアワビが4~50mで、エゾアワビは4m以浅です。

アワビは、夜行性で昼間は岩棚や転石の下に隠れ、夜間を中心に岩の表面に出て索餌活動を行います。成長は、生後2年で殻長6~7cm、生後3年で8~10cmに成長して、中には漁獲サイズに達するものもいますが、殻長10cmを超えるのは概ね生後4年以降です。アワビ類の成長は、移動範囲が少ないため、生息場所の餌料の質や量、水温等に影響されます。種類別に成長を比較すると、メガイアワビ>クロアワビ>エゾアワビの順で成長が早くなっています。クロアワビやエゾアワビは活発で、夜間は餌を求めて動き回り、餌が不足していれば岩礁帯の間を100m以上も移動することもあります。しかし、基本的には定着性が強いので、移動は放流1年後で半径20m位、放流3年後でも半径50m内外までの範囲内である研究報告があります。

アワビ類は藻食性で、歯舌と呼ばれるやすりのような咀嚼器官で海藻類をこそぎ取って摂餌しています。着底直後から殻長4~5mmまでは主に付着珪藻を摂餌します。殻長2 cmまでは付着珪藻に加えハバノリやアオサなど小型で柔らかい海藻を摂餌しますが、成長に伴い歯舌が発達すると、ワカメやアラメ、カジメ類などの大型褐藻類やマクサなどの小型紅藻類など、成貝と同じもの摂餌するようになります。クロアワビを1kg 増産するには約15.2kg のアラメが必要とされています。生残率は飼育管理の善し悪しによるが、平均的な生残率はクロアワビが60~70%、メガイアワビとエゾアワビが80~90%です。殻長20 mm以下のアワビ稚貝は歯舌の発達が不十分なため、摂餌できる海藻はハバノリやアオサなど小型で柔らかい海藻に限られます。しかし殻長が30mm以上になると摂餌能力は高まり、成貝とほぼ同様の海藻が摂餌できるようになります。

また、今までの調査から殻長30 mm未満で放流した場合はカニやヒトデなどに食害され易いためほとんど生残しないが、殻長30mmで放流した場合の1年後の生残率は20~60%、殻長40mm以上では80%が期待できます。従って、放流サイズは殻長30mm以上が望ましく、40mm以上で放流しています。放流場所としては、どの種も同様に害敵生物が容易に侵入できない投石、転石等の隠れ場の多い石場が適地と考えられ、殻長25~40mm の天然稚貝は、直径30~45cmの転石の下に多く生息し、その後、成長にともなって、より大きな転石や岩盤の隙間などに生息場所を移動していくことがわかっています。

放流後はほとんど移動しないため、放流水深は台風等による波浪を受け難い2m以深で稚貝が多く生息している5mまでとし、餌となる海藻類や寄り藻が豊富な場所を選んでいきます。

○アワビの標識について

人工飼育した稚貝は、殻が緑色になるので採捕時に螺頂部付近の付着物を除けば放流貝と天然貝の識別はできます。しかし、付着物の除去には手間がかかりアワビが傷つく恐れがあるため、放流効果の調査では別に標識をつけています。

標識方法として、貝殻の一部の切除、ナイロンテグスと呼水孔や殻縁辺部に小穴をあけてこれに結着する方法やペンキや接着剤を殻に塗る方法などがあります。滑川高校海洋クラブで今年度より活用したのは、東京海洋大学で開発されたアワビ用の金属標識です。金属標識は小さなステンレス製の名札で、アワビに取り付けると20～30日間程度で殻と一体化するので、これに放流時期などが識別可能な刻印を施し、放流後の成長や移動など生態調査に活用しています。



アバロンタグの取り付け



標識一体化までの飼育



貝殻の一部を切除



アバロンタグ標識

○標識付アワビの放流

殻長40mm程度に成長したアワビ200個を、1回目は陸上から、2回目は実習船「かづみの」からエントリーして放流しました。1個1個の間隔を広くとり、海藻の多い、直径30～45cmの転石がある場所に潜水して放流しました。

この方法では、損失が少ないものの、手間が大きくかかることがわかりました。



放流の様子

○アワビの放流損失と水中運動について

アワビは直接海に放流するとそれだけでベラやインダイ等の魚がよってきます。また、殻を下にした裏返しの状態で着底するとアワビは魚から身を守れません。実際に生きたアワビを水槽に沈めると殻を下にして沈みます。そこで私たちはアワビの貝殻にアワビと同じ重さに調整したシリコンを注入したレプリカを作成し、アワビが貝殻を上に向けて着底する確率を実験してみました。



アワビの水中における運動(殻が上を向く確率)について

	水深5cm	水深25cm
貝殻を上にして投下	16%	0%
貝殻を下にして投下	24%	0%
貝殻を上下ランダムにして投下	13%	2%
移動しながら貝殻を上にして投下	14%	0%
移動しながら貝殻を下にして投下	20%	0%

その結果、アワビは水深が25cmを超えるとほとんど裏返って着底することがわかりました。この結果から私たちはアワビを着底させるための補助器具を使用しなければならないと考えました。

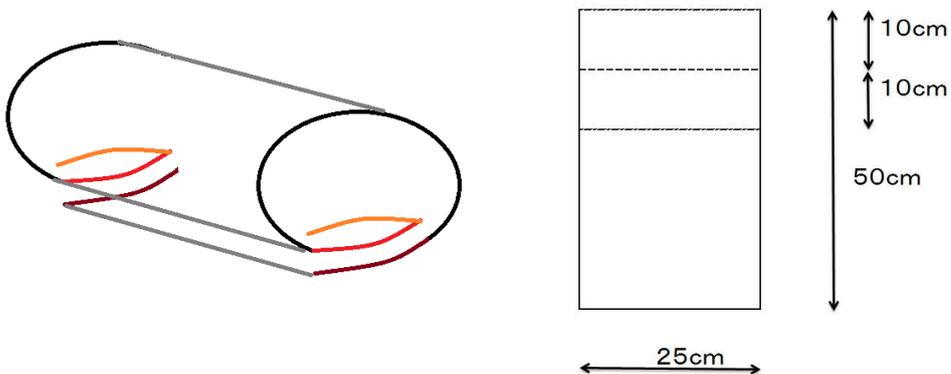


補助器具開発実験

○放流効果を高めるための補助器具開発実験

環境にやさしい生分解性プラスチックのシート（500mm×250mm×1mm）を加工して、合計300g程度までのアワビを海面から海底までの間に保護する放流器具の製作を実験しました。生分解性プラスチックシート自体に浮力があるため、浮力材として用意していたコルク等は必要ないことがわかりました。

水深2m以上に降下させることや、水流の影響も考えて実験を繰り返した結果、シートを円筒形にし、左下図のオレンジ、赤、茶の部分に接着したものが最適であるとの結論に達しました。



4 おわりに

●調査・実験を行ってみて

この活動を通して、海の環境を回復させることに大変な時間と手間がかかることがわかりました。アワビも稚貝から大きくすることは大変で、それだけに、放流後も無事に育ってほしいと思いました。縄文時代でも貝は捕りすぎのためか時代とともに発掘される殻が小さくなったそうで、放流や管理の大切さを考えさせられました。

海岸の清掃活動、マス・キジハタ・アワビの放流、藻場を回復することを中心にして、これからも富山湾の豊かな海を守るために、がんばります。

最後にこの場をかりましてご指導、ご協力いただきました皆様に感謝いたします。

参考文献

磯焼け対策ガイドライン（水産庁）

水産庁ホームページ

富山湾の漁場環境（2011）（富山県農林水産総合技術センター水産研究所）

山口県水産振興課 栽培漁業の手引き