

日本海学講座「栽培漁業で支える富山湾の漁業資源」

講師：村木 誠一 氏（富山県農林水産総合技術センター 水産研究所 栽培・深層水課長）

日時：2022 年 8 月 13 日（土）14:00～15:30

1. 栽培漁業の特徴

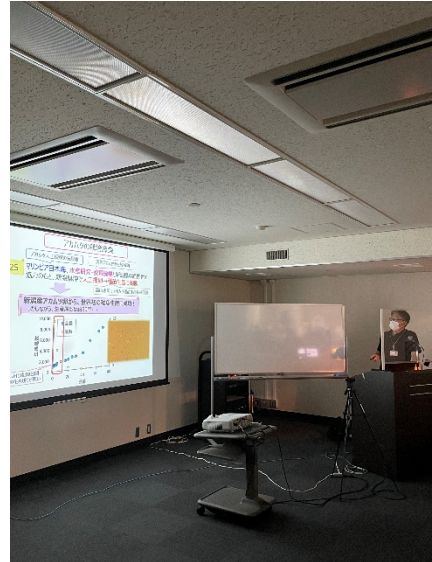
水生生物の赤ちゃんは、例えばヒラメの稚魚であっても全長 1cm と非常に小さく、餌を取る能力、泳ぐ能力、敵から逃げる能力があまりない。そのため、生まれてすぐに大型魚種に食べられたり、餌が食べられなかったり、物理的な影響を受けたりして簡単に死んでしまう。

そこで、栽培漁業では稚魚を池などで飼育し、天然に放流することで生き残りを増やしている。放流された魚は海で天然の魚と一緒に成長して、漁業者がその一部を漁獲によって回収することになるが、回収されなかった魚は天然で卵を産んで子どもを増やし、天然資源の下支えとなる。現在では、資源管理と漁場整備とを合わせて「つくり育てる漁業」として考えられている。

養殖とどこが異なるかというと、親魚に卵を産ませて稚魚を育てるまでの技術は同じだが、栽培漁業では稚魚を放流して天然資源を増やすのに対し、養殖の場合は養殖場で商品サイズまで大きくして出荷する。天然には一切出さず、人間の管理下で大きくする点が栽培漁業と異なる。また、養殖は養殖業者が魚を売ることによって収入を得るのに対し、栽培漁業は天然に放流することで天然資源を増やし、国民全体の利益につなげている。

栽培漁業では、放流魚は天然資源と同様に漁獲・流通の量やサイズは管理できないが、養殖では魚のサイズや量を調整して出荷できる。また、栽培漁業は海に放すので大きなまでの手間やコストがかからないのに対し、養殖は商品になるまで魚を育てるので、エサ代や電気代等のコストがかかる。魚の味は、栽培漁業の場合は天然に放流するので天然魚と同じだが、養殖は天然とは異なる。例えば餌にかんきつ類や酒かすを混ぜることで生臭さを消して爽やかな風味にするなど、価値を加えてブランド化している地域もある。

富山県の場合、冬に海が荒れるので、海上に大きないけすを設置して養殖するのが難しい。そのため、海面養殖業は少なく、栽培漁業が推進されてきた。



2. 日本の栽培漁業

昭和 30 年代、瀬戸内海で漁獲量が減少した時期があった。そこで、稚魚を増やすために国営の栽培漁業センターが昭和 38 年、瀬戸内海につくられた。これが栽培漁業のスタートである。

その後、200 海里の経済水域が設定され、漁獲規制が強まったことで、沿岸漁業の重要性が認識されるようになった。そして資源を増やすために昭和 50～60 年代、国営の栽培漁業センターが各地に設置され、併せて各都道府県でも栽培漁業センターがつくられた。富山

県では昭和 53 年から栽培漁業センターが氷見で運営を開始し、昭和 63 年には農林水産公社栽培漁業センターが滑川で運営を始めた。

日本で初めて栽培漁業が取り組まれた魚種はクルマエビである。現在も約 7000 万尾（R3 実績）のクルマエビの種苗が日本で放流されており、富山県でも、最近やや減っているが年間 30～60 万尾が放流されている。

日本で一番多く放流されている魚は、ヒラメである。ヒラメは技術開発の歴史が最も古い魚種の一つであり、昭和 53 年に瀬戸内海で種苗生産技術の開発に着手されて以降、現在ほぼ全ての地域で放流されている。ピーク時には 2500 万尾、令和 2 年は約 1600 万尾が放流されている。

放流されている種苗の種類は、令和 2 年時点で 72 種類（魚類 31 種、甲殻類 9 種、貝類 24 種、その他 8 種）に上る。日本を太平洋側、日本海側、瀬戸内海、九州以南に分けると、種類が最も多いのは太平洋側で、最も少ないのは九州以南である。どの地域もヒラメやマダイが共通して放流されている。

また、地域で特色のある魚種もあり超高級ガレイとして知られるホシガレイは岩手・宮城・福島で、ハタハタは北海道で、アカアマダイは山口で、スジアラは沖縄で、サワラは関西では高級魚なので、瀬戸内海で放流されている。甲殻類は、ほとんどがクルマエビである。貝類はサザエ、アワビ、ホタテガイなども放流されているが、アサリが 9 割以上を占めている。このように、その海域に合った多様な放流が行われている。

3. 富山県の栽培漁業

富山県では、昭和 16 年に水産試験場（現在の水産研究所）が開設され、昭和 53 年に氷見に設置された県栽培漁業センターがヒラメ・マダイ・クルマエビの種苗生産を開始した。昭和 63 年には滑川に設置された農林水産公社栽培漁業センターでヒラメ・クルマエビの種苗生産が始まった。

現在は効率化を図り魚種を分けている。滑川には深層水を使って水温を下げる設備があるので、高水温が苦手なヒラメやアワビを生産し、比較的高水温に強いクロダイやクルマエビは氷見で育てることで効率化を図っている。

水産研究所では、新しい魚種の種苗生産技術の開発や放流技術の開発、放流効果の検証、放流効果の向上などの研究を行っている。一方、栽培漁業センターでは、技術開発されて大量生産が可能になった種苗について、事業規模を拡大することで大量生産・放流を行っているほか、放流や中間育成（稚魚を少し大きくして放流すること）の技術指導も行っている。放流効果の検証は、水産研究所と共同で行っている。現在、水産研究所ではキジハタ・アカムツ（のどぐろ）の技術開発を行っている。ヒラメ・クロダイ・クルマエビ・アワビについては大量生産技術が出来上がっているので、栽培漁業センターで大量生産・放流を行っている。



栽培漁業種を選ぶ際には幾つかポイントがある。まず、漁業関係者から要望があることである。それから、種苗生産には餌代や電気代、人件費などのコストがかかるため、市場での価格が高い魚の方が望ましい。また、成長が速いことも重要である。放流までの期間が短くなればコストを抑えられるし、放流後すぐに大きくなれば生き残りも多くなって放流効果が高くなる。そして、あまり移動しないこともポイントである。なるべく県内漁業者に漁獲してもらって利益につながる魚種が望ましい。しかし、これらのポイント全てを満たすことは難しい。技術開発を行う中でこうした条件を満たし、技術を確立できるかなど総合的に判断して現在の魚種が決まっている。

富山県では、過去にはマダイやサザエも放流していたが、マダイは成長すると富山湾外に出ていってしまうことが分かったため、平成 17 年で休止した。サザエは移動しないが、市場での価格があまり高くなく、コストに対して割に合わないため、平成 17 年で休止となった。他にもマゴチ、マダラ、ガザミ、トヤマエビが水産研究所で技術開発されたが、放流効果が見られないため事業化には至らなかった。

4. 種苗生産の流れ

栽培漁業の大きな部分を占めるのが種苗生産である。種苗生産は、親魚の養成、採卵、稚魚飼育、放流の 4 段階に分かれる。

親魚の養成では、良い親を手に入れ、飼育環境（水質管理・飼育密度など）を整えるほか、親魚を天然から手に入れば寄生虫や病気への対策も必要となる。それから、良い卵を産ませるには、良い餌を与え、栄養管理をしっかりと行って成熟させることが重要である。

卵を産むタイミングは魚次第だが、水温上昇や日長が長くなってきたことをきっかけに産卵する魚種は、水温変化を見ながら産卵時期を予想する。

卵の質も産まれてみないと分からないので、産まれた卵が良い卵かどうかを判断して種苗生産に使っている。海水魚の卵は水に浮かぶことが多いので、浮かぶ卵と沈む卵を分ける作業を行う。沈む卵は受精していないか、死んでいる卵なので、浮上する卵だけを選ぶ作業が重要となる。

魚の産卵期は数カ月程度と長いので、その中で良い卵を種苗生産に用いている。例えば、キジハタは産卵期が 7 月中旬から 9 月上旬までの約 2 カ月あり、多いときは 1 日 250 万粒産むときもあれば、ほとんど産まない日もあり、産卵数が少ない日が続く場合は非常に苦労する。

仔稚魚を育てるには、良い餌を食べさせることが重要である。栄養バランスの整った固形（粉状）の餌も開発されているが、人間がまかないと魚が食べられず、食べ残しは腐りやすい。そこで、24 時間いつでも食べることができ、水が汚れにくい動物プランクトンが仔稚魚の餌として全国で使われている。不足する栄養分はプランクトンに DHA や EPA などを吸収させ解決している。種苗生産においても飼育密度や水温・水質の管理をしっかりと

行わないと、あっという間に稚魚は死んでしまう。また、魚によっては共食いもするため、サイズ別に選別して飼育することが重要である。

放流においては、せっかく大事に育てた稚魚を最後に死なせないように密度調整と水温・水質管理をしながら運搬する。放流は夏場が多いが、ヒラメなどは高水温に弱いので、なるべく水温の低い時期に放流できるよう調整している。あとは、餌の多い時期や場所を選ぶことも重要である。ただ放流だけではどれくらい漁獲されているのかが分からないので、効果を調査するために魚に標識を付けた放流もしている。

5. 富山県が力を入れている三つの魚種

5-1. 「優等生」 ヒラメ

ヒラメは栽培漁業の優等生といえる。栽培漁業の歴史が古く、受精卵の安定確保や寄生虫駆除の技術がほぼ確立しているからである。現在、東京と沖縄以外の地域で放流されている。実は、ヒラメは広域に移動する魚種で、一部の県だけで栽培漁業を展開しても効果が小さいため、日本全体で連携して行われている。しかし、過去に国の研究所が DNA を調べた結果富山県で漁獲した放流ヒラメの 80% 以上は富山県で放流されたヒラメであった。

栽培漁業は放流して終わりではなく、放流効果の調査もしなければならない。そのためには標識が必要になる。標識には外部標識（タグの装着、ヒレのカットなど）と内部標識（耳石標識など）がある。外部標識は見つけやすいが、タグを付けるのは時間がかかるし、タグが脱落したり、ヒレが再生したりして標識がなくなる場合もある。内部標識は、卵や稚魚の段階で染色液に漬けるなどして大量に装着することができ、脱落や消失がない反面、見た目では分からないので、魚を買い上げて解剖しなければ判別できない。

そうした中、ヒラメには有効な標識が存在する。これが優等生である理由の一つである。それは、天然魚のヒラメの裏側が白いのに対し、飼育魚のヒラメは裏側に黒い模様が付き（黒化）、成長しても消えないことである。そのため、放流魚の目印になる。

また、ヒラメが優等生であるもう一つの理由は、比較のおとなしいことである。普通、生きている魚をひっくり返すと暴れるが、ヒラメはあまり暴れずにじっとしているので標識確認や写真撮影がしやすい。ただ、昔は黒化が見えることで値段が下がり、漁業関係者から放流魚は見た目が良くないと言われることもあったが、現在は飼育技術が進歩し、黒化が目立たなくなった。しかし、そのおかげで放流ヒラメの割合は大きく変わっていないのに放流効果が下がっているように見えてしまうというデメリットも生じている。

ヒラメに関しては、資源管理も熱心に取り組まれている。漁業者が平成 15 年に資源管理計画を策定し、25cm 未満のヒラメは取らないようにすること、網目を大きくすること、小型魚が取れやすい時期はなるべく漁をしないことを決め、実践されている。

5-2. 「挑戦者」 キジハタ

キジハタは、栽培漁業の挑戦者と言え、研究開発に少し苦しんでいる。キジハタの大きな特徴は性転換することである。小さい頃は全てメスだが、35cm ぐらいになるとオスになるものが出てくる。富山県ではまだ知名度は低いですが、瀬戸内海や関西では有名な高級魚である。

富山では平成 6 年から 13 年まで種苗生産の技術開発に取り組んでいたが、量産技術の開発に至らず中止となった。しかし、県内漁業者からの要望が強く、平成 23 年から再挑戦している。全国でさまざまな魚の技術開発が行われた結果を参考に、良い卵を採ったり、栄養バランスを考えた練り餌を自作したり、池をさらに深くして産卵しやすい環境をつくったりしている。

キジハタは特にふ化して数日の稚魚が死にやすく、最初の 10 日間生き残らせるのは大変だった。死亡原因の一つが、池の表面張力に捕まって動けなくなって死んでしまう浮上死である。これで全滅することもあった。それとは別に、餌を食べた後、おなかの重みで水槽の底に沈んで死んでしまう沈降死というものもある。そこで、表面張力で稚魚が水面に張りつかないように水面に油の膜を作ったり、魚が沈まないように注水配管を設計して水の流れをつくったりなどの対策を行っている。

こうして種苗生産技術はほぼ確立されたが、次は放流効果が大きな課題となっている。放流効果を上げるため、大型の肉食魚に食べられにくい港内や護岸に放流してきたが、効果は上がらなかった。そのため、現在は大きな魚がいないと考えられる藻場や転石帯に放流して効果を上げようと試みている。放流時期も工夫していて、従来は 10～11 月に放流していたが、水温が 16℃以下になると餌をあまり食べなくなるため、今年は親魚の水槽を温めて 1 カ月早く産卵させ、9～10 月の放流を目指している。

これまで、超音波発信機をおなかに埋め込んで移動などを調査したところ、17 尾中 12 尾が肉食魚に食べられたという結果もあり、この被害に対処しなければ放流効果を上げることはできない。池で飼っている魚は敵から逃げる能力が低い可能性があるため、逃げる能力をつけた上で放流しないと効果が上がらないのではないかと考えている。

5-3. 「期待の星」アカムツ

アカムツは「のどぐろ」とも呼ばれ、近年は全国的に知名度も上がり、県内漁業者からも強い要望を頂いている。しかし、アカムツは神経質で飼育しづらく、全国を見渡しても栽培技術の開発にチャレンジしているところはなかった。

富山県では平成 23 年ごろから種苗生産の可能性を検討し始めたが、親魚は刺網で捕まえるので傷が付いてなかなか生き残らず、また、わずかな音や光、振動などで暴れて死んでしまうことが多いため、親魚の飼育が進まなかった。しかし平成 25 年、新潟市の水族館（マリニピア日本海）が天然魚で人工授精をしていると聞き、富山県と国（水産研究・教育機構）との 3 者で共同研究を始め、新潟産のアカムツから世界初の稚魚生産に成功した。

ただ、当初は残念ながらわずか 30 尾と放流には手が届かない数だった。生まれたのは 1 万尾ほどだったが、10 日間であつという間に死に、1 カ月たった頃にはほとんどいなくなってしまった。翌年から富山県産アカムツによる人工授精に挑戦した。水槽内の水の流し方を変えたり、様々な水温を試したりした結果、平成 25 年は 4cm 以上に育てられた稚魚が 16 尾だけだったが、翌年は 9000 尾と大幅に増やすことができた。

生産目標は稚魚 5 万尾、生残率 15% だったが、これまでの研究で目標をクリアできるようになり、大量生産技術をほぼ確立することができた。現在は受精卵の入手という大きな課題が残っている。無傷な親魚をなかなか入手できず、現在は船上で人工授精をしているが、船上では作業が大変で効率も悪い。水槽で産卵させるのが理想的なので、親魚の飼育

条件などを検証している。

放流は、水産研究所の調査船「はやつき」を用いて水深 20m の海域で行っている。水中ドローンで撮影した映像では、放流されたアカムツ稚魚は、放流されたら海底まで下りていって定着していることが確認されており、他の魚に大量に食べられることはなさそうである。

標識は、アカムツにもある。飼育されたアカムツは鼻の穴がつながって一つになっていることが多いため、市場では鼻の穴を見て放流魚かどうかを確認している。実際にスーパーで商品として並んでいるものも見つかっている。放流は、現在は富山市沖の 1 カ所で行っていないが、西は新湊市場から東は黒部市場で見つかっており、放流魚が富山湾全体で漁獲されていると思われる。今後はデータを集めて放流効果を証明できればと思っている。

本講演の内容は、これまで栽培漁業の技術開発や調査研究に携わってきた研究員や栽培漁業センター職員の努力の結晶であり、貴重な研究データは調査に惜しみない協力を頂いた本県漁業関係者の皆さまのおかげである。この場を借りて厚く御礼申し上げる。