

## 5.2 栽培漁業

### 1) 背景

我々はこれまで海からの恵み一方的に頂く立場であった。海は限りなく寛大に、人類が望むだけの恵みを、人類が採る能力の限界まで与えてくれると根拠無く信じてきた。その結果として、採る技術の改良が際限なく進み、海からの恵みの量は増加したように見えた。しかし、近年になって海の資源には限りがあることに人類は気づくようになった。乱獲と環境破壊による漁獲量の急激な減少が、多くの水産生物に見られるようになったのである。破壊した環境は修復する必要がある。また、乱獲は漁業規制によりコントロールする必要がある。一方で、我々現代人、特に日本人は、おいしい水産物を食べつづきたいと強く願う。さらに、安く手に入れたいと願う。したがって漁業という海からの大量収奪は停止したくない。

漁業とは、特定の種類の個体を、多量に獲得する行為である。この影響を最小限に抑えるためには、漁業の対象となる種類の個体数を、あらかじめ人工的に増加させておくことが考えられる。海の中で特定の種類の個体数を増やす試み、この一つが栽培漁業とよばれる方法である。飼育技術の長足の進歩のお蔭で、日本各地で盛んに行われるようになった栽培漁業であるが、良い面ばかりではない。無計画な放流は、食料生産と環境との調和を学ぶ者にとっては、決して無視してはならない負の側面もある。本稿では栽培漁業の実際を紹介すると共に、その負の側面についても触れ、講義の受講者が栽培漁業、ひいては食料を増産する行為と環境負化のコストベネフィットについて自分なりの考えを持つようになってくれることを期待する。

### 2) 栽培漁業

草食動物である牛や馬は一次消費者であるため、餌料となる植物を栽培すれば飼育し生産することが可能である。一方、水産上価値の高いヒラメ、マダイ、マグロ、ブリなどは、全て肉食性の魚類である。即ち、餌としてイワシなどの魚類が必要となる。海洋における主な生産者は微細藻類であり、一次消費者はカイアシ類などの動物プランクトンである。イワシ等は二次消費者にあたる。ヒラメやマダイを養殖しようとすることは、陸上生態系に例えるなら2次消費者のトラやライオンを餌として生きている動物（そんな動物はいないが、）を養殖しようとしている事に他ならない。肉食性魚類では養殖という行為が、いかに大変かはこの点だけでもあきらかであろう。

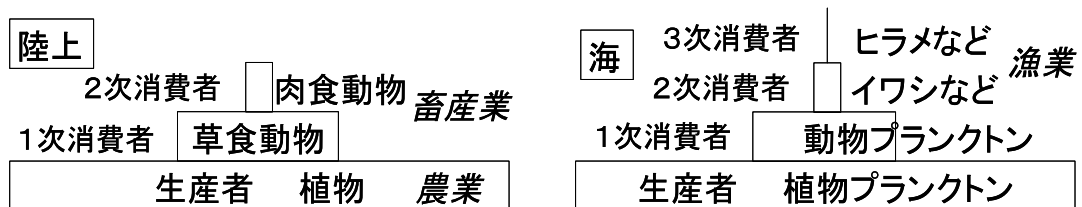


図 5.7 陸上と海における生産対象生物の栄養段階

そこで考えられたのが、「海で自分で餌を取って大きくなってもらう」ことを核にした栽培漁業である。多くの海産魚類は、孵化後1-2ヶ月の間に初期減耗と呼ばれる大量に死亡する時期を経験する。死亡原因は殆どが被食、即ち他の生物に食べられてしまうこと、と考えられている。そこで、この弱くて食べられやすい時期を人間が飼育してやることで生き残りを多くし、ある程度大きくなってあまり食べられなくなった時期に海へと放流す

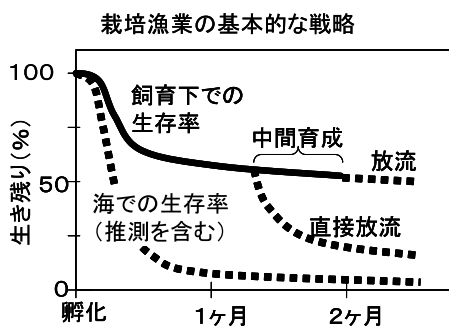


図 5.8 初期生活史における死亡率

る。その後は自分でエサを取って大きく育ててもらおう。即ち、将来漁業で採るための種、しっかりと生き残れる大きさの稚魚など、を人間が育てて海へと播く。そのため、放流用の稚魚を育てる過程を種苗生産と呼んでいる。放流した後、大きくなったものは漁業の対象として天然魚に混じって回収される。つまり、種苗生産と呼ばれる「栽培」の要素と、漁獲という「漁業」のプロセスが含まれているため、栽培漁業という名前と呼ばれる。日本ではじまった新しい漁業、資源管理の考え方である。

### 3) 技術開発

「魚介類を卵から飼育し海へと放流する」とは言っても、大規模にかつ効率的に成功させるためには、実に多くの技術開発が必要とされた。1) 健康な親魚を確保し飼育することから始まり、飼育条件下で成熟を起こさせ必要量の受精卵を産ませる技術、2) 卵から孵化した仔魚を放流に適した大きさの稚魚まで、数多く健康に育てあげる飼育技術、3) 放流する時期・場所の選定や適正放流量の推定方法など、現在では、魚類の生理学、生態学、資源学のような多くの学問分野の知識が集積された一大プロジェクトとなっている。

特筆すべきは、これらの殆どの技術やノウハウは旧日本栽培漁業協会、現在の水産総合研究センターによる、地道なトライアンドエラーによって確立され、また、現在も改良され続けていることである。日の当たらぬ先人達の膨大な努力の結果、海産魚類の飼育技術では、現在の日本は海外よりもはるかに先進的な技術を有している。これは、日本の水産研究が海外に対して誇って良い、また大いに利用すべき優位点である。逆に言うと、現在の日本では、ヒラメやマダイを卵から育てて実験に使うことは、国や県の栽培漁業センターの協力が得られさえすれば、もはや困難ではない。しかし、海外の多くの国では、この手の研究は不可能に近い。日本人、特に水産学の研究者は、この点を理解し、大いに利用すべきであろう。

中でもエサの開発がキーとなった。多くの海産魚類の孵化仔魚は、動物プランクトンをエサとするが、小さな口にはいるサイズ、かつ、基本的には動くものでないと食べない。このためには大量にかつ安価に動物プランクトンを培養する必要がある。シオミズツボラムシ (*Brachionus sp.*) は植物プランクトンをエサとして与えると大量に培養することができ、しかも大きさも適切である。これが初期餌料として使用できると明らかになった点大きい。すこし大きくなった仔魚にはアルテミア (*Artemia sp.*) のノープリウス幼生を用いる。これは耐久卵が海外から大量に輸入されている。さらに現在では、これらの生物餌料に不足している栄養分を人工的に補ってやることで、多くの放流対象海産魚が種苗生産されている。

一方、放流地点・時期・個体数を適切に決定するためには、漁獲された全個体に対する放流魚の割合を検証する必要がある。これらは主に都道府県の水産試験場が担っていることが多いが、様々な点で厳密な検証は非常に困難である。天然魚と放流魚とを見分けるためには適切なマーカー（一目で区別できるような違い）が必要である。ヒラメやカレイ類では体の裏側の黒斑は放流魚にのみ存在するため、マーカーとしてよく用いられてきた。マダイなどでは鼻の穴の形状が天然魚と飼育魚とでは異なることが知られており、マーカー

一としての利用も期待されている。しかし、適切なマーカーがない魚種では、人工的にヒレを切除するなど膨大な手間が必要とされる。また、漁獲における割合を調査する上では魚市場での水揚げ調査が中心となっているが、遊漁者（レジャーとして行われている魚釣り）による水揚げも魚種や海域によっては無視できず、誤差を与える要因となっている。

#### 4) 魚種の選定

魚価の高い魚種が対象となる。イワシやアジ、サンマなど、いわゆる多獲性魚類では単価が安くて種苗生産にかかるコストを回収できないため、対象とはならない。また、いくら魚価が高くととも、回遊性の強い魚種は対象にすることが非常に困難である。理由は後述する。従って、沿岸性かつ移動の少ない魚価の高い魚に限られる。現在、栽培漁業の魚種は、大きく分けて以下の3タイプになる。これらは排他性のない便宜的な分類であるが、放流目的や事業体を考慮すると自ずと見えてくるタイプである。1) ヒラメ型、ヒラメやマダイなど、全国各地で盛んに種苗生産・放流が行われ、漁業による回収も着実に行われている魚種。2) ニシン型、ニシンのように元々は資源量も大きかったが、現在は激減している魚種であり、資源の回復を目的として行われている魚種。3) アワビ型、漁業協同組合が主体となって種苗生産を行い、放流および漁獲もその漁協が実施し、高い回収効果の得られているものである。栽培漁業の是非を論ずる際には、それぞれを別のものと考えたほうがより深い議論ができよう。

#### 5) 経済的な問題

栽培漁業には、「3つの事業体」が関わっている。1) 国は基本的な技術開発をおこなう。2) 地方自治体は、その地域に取って有利な魚種の種苗生産と放流を行う。3) 漁業者は漁獲を行う。ここで重要な点は、種苗生産と放流にかかった費用を負担した人が、得られる利益を享受しているかである。県内で生産、放流された魚の殆どが、その県の漁業者によって水揚げされるなら良い。しかし、県を越えて魚が移動することは珍しいことではない。前項でのべた、「沿岸性の高い、定着性の強い魚種」、以外の魚種では、この経済的問題がネックとなる。即ち、ある県が種苗生産と放流にお金を使っても、それによって利益を享受する人が別の県である場合には、その県としては資本投下に見合うだけのメリットがない。この点は、水産庁の主導による栽培漁業のブロック会議によって解決が計られている。一方、マグロのように極めて回遊性の高い魚種では、日本で種苗生産・放流を行っても、利益を享受するのが主に外国である可能性も存在する。このような場合には、別の考え方、即ち、ニシン型のように「減少した資源を地球規模で回復させる」のような大きな視点が必要かもしれない。

#### 6) 環境収容力の問題

海は無限であると考えると、この問題は無い。しかし、海は現実的には様々な点で厳密には有限である。ここで考えるべきは、「ある種の生物が生きていくための資源」である。上記のように特に沿岸性の強い魚種にとって考えるべき資源とは、餌料や生息場所（隠れ家）などである。例えばヒラメでは、体を隠せる砂浜のような場所が必要であるし、その砂浜ではエサは限られている。従って、その砂浜に住むことの出来る最大密度・個体数が決まってくる。つまり、その砂浜という特定の場所を対象として考えると、収容できるヒラメの最大個体数が決まってくるが、これを環境収容力という。また、年によってエサとなる生物の発生量も異なるため、年によっても環境収容力は異なってくる。さらに天然海域では、同じエサを食べる他種や、同じ住みかを利用する他種の存在もある。

目的としているのは、漁獲対象魚種の個体数を増やすことである。ここでいろいろなパターンが考えられる。1) 環境収容力に余裕がある場合。この場合には、放流したヒラメが天然で大きくなることが可能であり、かつ、もともとその海域にいる天然ヒラメや、競合する他種にも影響を与えない場合である。競争の激しい海という環境を考えると、このような状況が存在するか十分な検討が必要であろう。一方、現実的なのは2) 環境収容力に余裕のない場合である。この場合には、多かれ少なかれ、天然ヒラメの食い扶持を奪うか、競合他種の食い扶持を奪うか、してしまうはずである。天然ヒラメの食い扶持を放流ヒラメが横取りしてしまった場合には、ヒラメの漁獲量の総量は変化しない。つまり、放流は経済的には無意味である。また、ヒラメの漁獲量の総量が増加した場合には、競合する他種の生息量が減少しているはずである。

海という天然環境にすむ生物の種組成を、人間がコントロールして良いものなのであるか。一方、漁業という行為は、天然海域から特定の魚種の個体数を減少させる行為である。栽培漁業によって、人為的に減少させられた魚種の個体数を、人手の入る前の状態に戻すことができるならば、この行為は許されるようにも私には思える。しかし、もともとの種組成は本当に把握できるのだろうか。少なくとも、放流を行う前にその海域の詳細な調査が行われ、放流前の種組成、生息量などが把握できている必要がある。

#### 7) 遺伝子の多様性減少の問題

前項の問題をさらに限定して、ヒラメという種内に絞っても考えるべき点がある。これまで多くの場合、種苗生産は限られた個体数の親集団から卵を得て、それから育てられた稚魚を用いることが多かった。即ち、ある家族の子孫だけが優遇されてその海に多量に生息するようになることを意味する。これが繰り返され続けると、その海域のヒラメ集団は均質な遺伝子組成を持つようになりかねない。そもそも、ある種の個体集団は、その海域の状況に適した性質を持つように発展してきているはずである。実際にヒラメでは、日本海の北部集団と、南西部集団に遺伝的な差違が見つかっている。また、さらに、その集団内の遺伝的多様性は、その海域でこれまで何百世代にも渡って生き続けてこられた、いわばその海域で生きるための最良の解答が反映されていると考えられよう。その遺伝的多様性が失われ、ある特定の遺伝子のみで優占されるようになることは、短期的な安定した状況では問題はないのかも知れないが、長期的かつ環境変動までを考えた場合には、その種がその海域で生きていくための最適な解からはずれているはずである。これはその種にとってはデメリットである可能性が高い。

この問題を軽減するために、現在では、出来るだけ多くの親魚を用いて種苗生産を行うことが勧められている。また、放流稚魚のもとになる受精卵は県境を越えて輸送してはならない、などの対策が取られている。さらに、放流前後で放流対象魚種の遺伝子多様性が変化していないことを確認するためのサンプリングやモニターが行われるなど、漁獲数だけではない科学的なモニタリングが不可欠である。

#### 8) おわりに

美味しい水産物を、今後も継続的に安く得るためには、栽培漁業は今後も考えるべき選択肢の一つであろう。一方、前述してきたような問題点を解決あるいは緩和していく方策は今後も継続していく必要があるだろう。栽培漁業を進める、あるいは進めない、条件付で進めるなど、様々な考え方があろう。農学部で学ぶ学生には、マスコミに踊らされず自分なりにしっかりとした考えを持つようになって貰いたいと願っている。 (田川正朋)