

講演会

沿岸漁業地域の経済構造下における 海洋深層水への期待と水産利用技術

山内 繁 樹

(株)エコニクス 環境事業部 環境事業1 グループ主幹研究員

エコニクスの山内でございます。よろしくお願い致します。

海洋深層水そのもの話については高橋先生から詳しいお話がございました。私は海洋深層水に触れずに海洋深層水の話をするという難しい試みでございます。現在の沿岸漁業の状況の中でなぜ海洋深層水に期待をするのか、期待を持たざるを得ないのかということです。海洋深層水をどう水産的に利用するのかという技術の話をして参りたいと思います。

ここで沿岸漁業地域の経済構造下におけるという大層なテーマを前に出したのですが、要するに漁業地域の立場、漁業の立場を、世の中の人に知って頂いて、漁業地域の振興の体系を理解して頂ければ幸せと思います。今後、漁業地域の振興が必要になってくると思うのですけれども、それを社会に説明するための例という形で聞いて頂ければありがたいと思います。

これは皆さん既によくご存知の話だと思いますが、沿岸漁業の経済的特徴というのは、水産関係者の中ではよく知られている話なのですが、沿岸漁業資源は一定で沿岸漁業生産自体はここ60年大きな変化はないということです。それにも関わらず、沿岸漁業者と沿岸漁業地域の人口というのは激減しているという状態があります。こういう状態の中で、沿岸漁業はどういう経済構造になっているのだろうかということを分析して、解決の一手法としての海洋深層水の利用について考えてみたい。まずは海洋深層

水の巨大な循環による無限資源だということに注目して、それから、深層水を生産に結びつける技術としての陸上養殖とその可能性についてお話してみたいと思います。

沿岸漁業の経済的特徴ということなのですが、沿岸漁業には、養殖漁業と漁船・定置漁業の両方が入っています。統計が取り易い1960年以降についてみますと、沿岸漁業は変動はあるけれども生産量に大きな変化はありません。ところが沖合漁業では、サバとイワシが減って、1980年代の終り辺りから下がっています。それから、遠洋漁業ですが、この1970年代初の当時は経済水域の設定という影響があります。それ以降、漁獲の中心であるスケトウダラが減って、遠洋漁業全体についても大きく減っています。漁業全体を説明するのは大変なので、一応、沿岸漁業のみについてご説明していきたいと思います。

沿岸漁業と言いますけれども、沿岸漁業の魚



山内主幹研究員の講演

はじめに

○沿岸漁業の経済特徴

- ・沿岸漁業資源は限定的(一定)
- ・沿岸漁業生産はここ60年大きな変化はない
- ・沿岸漁業者および沿岸漁業地域人口は減少している

沿岸地域の経済構造を分析

○問題解決の1手法としての海洋深層水の利用

- ・巨大な循環による無限資源
- ・深層水を生産に結びつける技術としての陸上養殖
- ・その可能性と問題点

1 沿岸漁業の経済特徴

1-1 沿岸漁業資源と生産量

○沿岸漁業について

1960年以降変動はあるが大きな変化はない。

○沖合漁業の減少はイワシ類、サバ類減少の影響が大きい。

○遠洋漁業の減少はスケトウダラ減少の影響が大きい。(経済水域設定の影響も含む)

図1 沿岸・沖合・遠洋部門別生産量(全国)の推移

資料:北海道水産業・漁村のすがた 2005
平成18年漁業・養殖業生産統計年報

1-1-2) 沿岸漁業資源と生産量

図2 魚種別漁獲量の経年変化

資料:農林水産統計

どが巻き網で取られています。この辺りが大きく下がっています。それから遠洋漁業が先程のスケトウダラなどのタラ類、カツオ・マグロ類が中心になっています。いわゆる沿岸漁業の魚種というのは、今、お話ししました魚種を頭に描いて頂ければ結構かと思います。

沿岸漁業の生産額についてですが、これはデフレーターで額を修正してあります。要は総合物価と思って頂いた方が良くと思うのですけれども、総合物価で割り戻して、平成2年度の物価水準で合わせて修正をしています。ですから、物価上昇がない金額だと考えてください。そうしますと、1970年までは、物価を超える魚価の上昇と呼ばれた時代がありました。要するに一般物価に比較して魚価がどんどん上昇していったという時代がありました。これが一つの上昇時代です。それからもう一つ、この辺りなのですけれども、1990年代のバブルの魚価の上昇と

種というのは何を指しているか。これは国の統計です。水産庁の水産統計なのですが、統計の中で沿岸漁業というのは海藻、貝類、エビ、カニ、ヒラメ、カレイ類、イカ類、サケ・マスと、一般魚類と呼ばれるものの全てではないですけれども大部分という魚種で構成されていると考えてください。それから、いわゆる沖合魚種というのはイワシ・サバ、これはほとん

1-2 沿岸漁業の生産額

○1970年代まで物価を超える魚価の上昇

○1990年代バブル期の魚価上昇

他は、漁獲量との運動

図3 沿岸・沖合・遠洋部門別生産額の推移 (1960年を1としてデフレーターにより額修正)

資料:北海道水産業・漁村のすがた 2005
平成18年漁業・養殖業生産統計年報
国内総生産及び要需所得
(名目, 実質, デフレーター
平成2年基準長期連及主要系列 昭和30年~平成10年)
国内総生産及び要需所得 (名目, 実質, デフレーター
平成17年基準 平成6年~平成19年)

1-3 沿岸漁業生産額指標と国内総生産指標の推移

○国内総生産の拡大

○養殖を含む沿岸漁業は大きな変化はない

○国内総生産の拡大に対して沿岸漁業は停滞により相対的な地位の低下

図4 国内総生産指標(実質:平成2年基準)の推移と沿岸漁業生産額指標(1960年100)(平成2年基準によりデフレート)の推移

<http://www.stat.go.jp/data/choushi/saiyou/03-04.xls>
<http://www.esri.co.jp/jp/en/menu.html>
<http://www.stat.go.jp/data/choushi/03.htm>

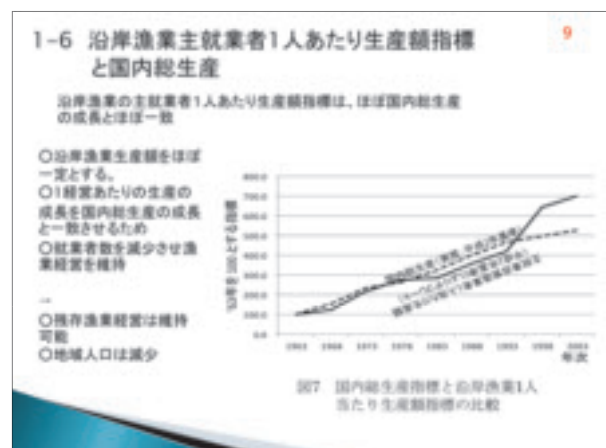
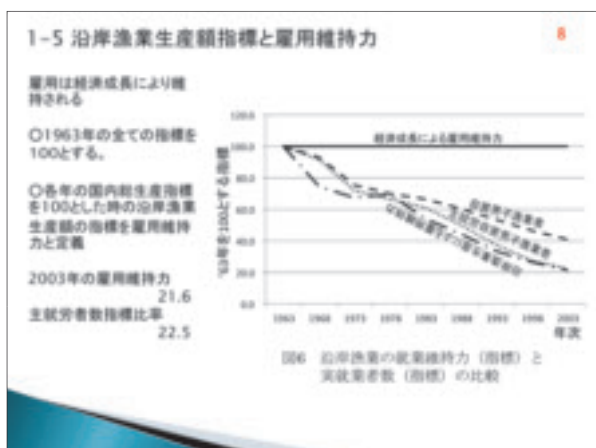
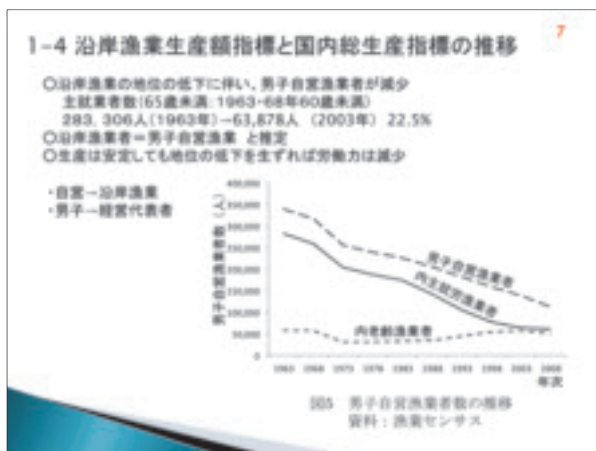
して、漁獲金額が上がって行ったという時代です。他はだいたい漁獲量と連動した金額ということで、これも大きな変化はないだろうと考えて頂いて良いと思います。

それでは、世の中はどうなっているのだということなのですが、世の中の生産を示すのは国内総生産 GDP と言われるものです。GDP は毎年何%という経済成長率と言われるものでずっと成長をして行っています。これは1960 年を 100 にしています。もちろん漁業も1960 年を 100 にして年を追って金額を指数で表しているのですが、要は変わっていないのです。国内総生産は全体に何%かずつ上がっているけれども、沿岸漁業はほとんど変わっていませんので、国内総生産に対する格差が出てきます。これはどういうことかと言うと、沿岸漁業は、国内総生産の拡大に対して、また成長社会に対して、一定ですので、相対的な地

位の低下を起こしていると言えます。要は国内総生産に対して常に地位の低下を起こし続けているというのが、経済成長社会の中での漁業の状態と考えて良いかと思います。

それでは、その経済成長社会の中で地位の低下が続くと、何が起こるのかということになります。沿岸漁業の地位の低下に伴いまして、自営漁業者数が減少します。スライドのタイトル 1-4 は沿岸漁業者数だと思ってください。特に実線の部分は主な就労者数、主な労働者です。65 歳未満ですが、古い統計の 63 年と 68 年については 60 歳未満です。これを見ても解りますように、生産は安定していますが、経済としての地位の低下をすれば労働力は当然減少するというのが現在の状態です。

先程言いましたように、雇用というのは経済成長により維持されるということです。国内経済による成長を国全体の雇用を維持力として、当初を 100 として経年変化をそのまま 100 としますと、それに対して沿岸漁業の経済力も当初を 100 として経年の指数をみますと、どんどん下がって行くわけです。経済全体の変化を 100 として直線にした時に沿岸漁業は下に下がっているという状況が起きます。この指標を雇用維持力と名づけておきます。2003 年の経済成長 100 に対して、沿岸漁業の生産額は 21.6 に落ちています。それから主労働者数については 22.5 に落ちています。そういうことは、要する



に地位の低下、成長に対する漁業の地位の低下と労働者数、労働者就業力の低減というのは、ほぼ一致していると考えて頂いて良いかなと思います。

沿岸漁業全体の生産量はたいして変わりません。生産額もたいして変わりません。ところが、就労者数が大きく下がっているわけですから、一人当たりの生産額というのは当然上がっていないといけないですね。では、どう上がっているのだということですが、1-6のスライドが一人当たりの生産額です。ここで就業者というのは65歳未満漁業者で表示しています。これは見事に国内総生産の成長力にほぼ一致しております。これはどういうことかと言いますと、一経営体当たりの生産というのは世の中の経済に合わせて延ばしていかないと、経営が維持できない。だから、就業者を減少させて、漁業経営そのものを維持しているという状態が漁業だということです。ただ、そうすると何が問題かと言いますと、漁業者が減少することです。漁業経営形態の維持は可能で、今後も継続していくだろうと思います。ですが、その分、地域の経済、また漁業は存続するけれども地域の人口は減少していく。漁業があっても地域が非常に衰退していくという現実が漁業地域で起きているという状況があります。

その問題を解決するには、どうすれば良いでしょうかということに入っていきます。問題

点と致しまして、基本的に言えば、沿岸漁業経済の根幹となる沿岸漁業の資源は限定的です。そうすると資源を超えた時点から沿岸漁業地帯での経済拡大ができなくなってしまいます。当然そこで就業者数が落ちてきます。個別の経営では経済社会においては収入の拡大が当然要求されます。そうすると、経済社会の成長による地位の低下で減少した経営者の資源分を、残存者が吸収して経営が維持されるということになります。要するに、漁業者減少により経営が維持されます。そしてかつ、その地域人口が減少していくという状態が起きているということです。

それではこれを解決するには一体どうすれば良いのかということなのですが、要は世の中の経済社会の進展に応じた漁業関連の生産の拡大が必要です。これしかないと考えています。では、その時の課題は一体何なのでしょう。一つは拡大する資源があるのかということ。もう一つは、その拡大していく資源を利用する技術があるのか。この二つが課題になってくるのだらうと思います。

その課題解決ということに入っていきます。ですけれども、要するに拡大可能な資源ということで、先程も何回も言っていますように、継続可能な生産の拡大が当然必要になってきます。これは成長していくという意味です。継続的な生産拡大をしていくということは、使用資

2 沿岸漁業地域の問題とその解決

2-1 問題点と解決のための課題

問題点

- 経済の根幹となる資源が一定(限定的)で、資源を超えた時点から経済拡大が困難
- 個別経営では経済社会に応じた収入拡大が要求
- 経済社会の成長による地位の低下圧力による経営減少分を残存者が吸収
- 漁業者減少により漁業経営が維持
- 地域人口の減少

解決策

- 経済社会の進展に応じた漁業関連生産の拡大

課題

- 拡大可能資源
- 資源の拡大利用技術

2-2 課題と解決

1) 拡大可能資源
継続的な生産拡大の実現

↓
使用資源の拡大供給
沿岸域での拡大供給可能資源

- ①海洋深層水 巨大な循環再生資源
- ②人工養殖 企業的生産による拡大再生産供給

2) 資源の拡大利用技術

適用方向
○海水と陸産 → 養殖

適用条件
○漁み上げ能力に限度とコスト→集約的利用
○集約的養殖利用 → 陸上養殖

↑
従来は温暖域における高温時の飼料投与対策(三重県尾鷲市観音崎)
飼育コスト次第で寒冷地でも可能

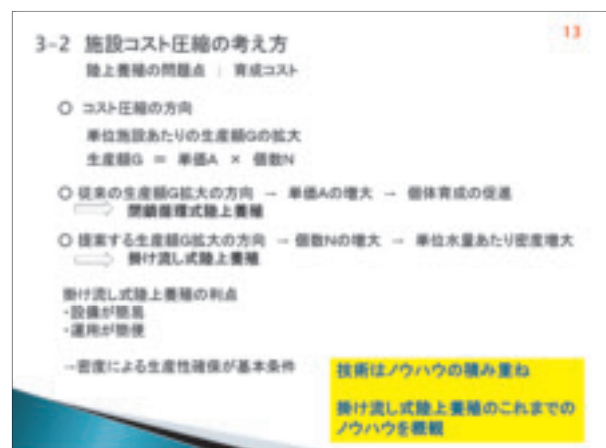
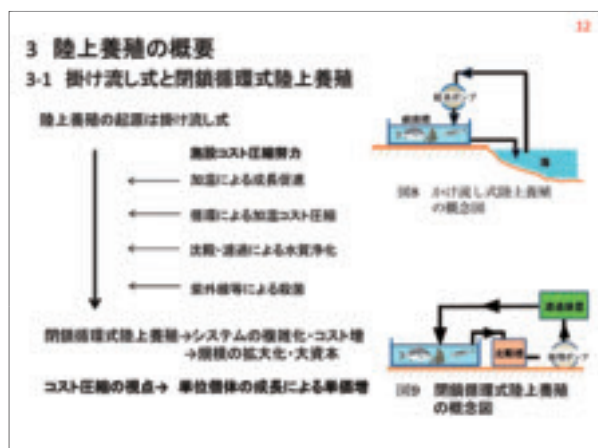


源を常に拡大供給していかなければなりません。常に拡大的供給がなければ、継続的な生産拡大はできないということになります。そうすると沿岸漁業で拡大供給可能な資源はあるのかというところに問題が辿りつくのですけれども、ここで海洋深層水が出てくるのです。海洋深層水は巨大な循環での再生資源ですから、供給が常に拡大可能な資源です。もう一つ、人工種苗です。人工種苗は、ここにウニとアワビが出ていますけれども、企業生産によって拡大再生産が可能ですので、継続的な拡大生産ができます。

次に、この資源の利用技術はどう考えれば良いかということになります。この海水と種苗をどう結び付けるかということになるのですけれども、海水と種苗を結びつけるのは当然養殖というところに辿りついていきます。要するに水産業ということになるのですが、ただ、適応条件に書いていますけれども、海水を汲み上げるのはタダで汲み上げられるわけではなく、汲み上げる能力の限度とコストが掛かってきます。限度とコストがあるということは、海水その物を如何に集約的に利用するかということに、一つの技術的ポイントがあります。そういう集約的養殖と考えると、当然陸上養殖に辿りつきます。尾鷲の海洋深層水の例でアワビによって研究していました。温暖域では高温時にアワビは餌を食べなくなりますので、深層水の低温を

利用した摂餌対策ということが検討されていたのですけれども、養殖コスト、飼育コストそのものを非常に小さくできる技術と考えれば北海道の寒冷地でも陸上養殖というのは充分ペイするのではないかと考えられます。

陸上養殖を見ていきたいと思います。陸上養殖というのは、「掛け流し式」と「閉鎖式」の両方があります。「掛け流し式」というのは海水を汲み上げて、ここのプールで養殖をして、また海に戻す。これが「掛け流し式」です。「閉鎖循環式」というのがありまして、同じ海水を循環させます。そのため、養殖すると水質が劣化しますから、沈殿槽で汚れを取ってまた循環して濾過槽でまた戻す。この循環を繰り返して水質を維持しながら陸上養殖を行うというスタイルです。この二つが大きな流れになります。もちろん、陸上養殖の起源は基本的には「掛け流し式」です。ところが、陸上養殖には施設コストが掛かるので、この施設コストをどう圧縮するかという問題が出てきます。その圧縮するという話で一番最初に来るのが、加熱によって成長を促進させるということです。これは誰もが一番最初に考えるところです。ところが加熱をしますと加熱コストが掛かりますから、この加熱コストを圧縮するためには海水を循環させるのが早いという発想になります。海水を循環させると海水の水質が劣化しますから、沈殿濾過による水質浄化が必要になってきますし、紫外線



他による殺菌が必要になってきます。陸上養殖から閉鎖式の陸上養殖に辿りつくのですが、システムは複雑化しますし、当然、コストが上がります。そうすると、当然ここで規模の拡大、あるいは大きな資本が必要という問題が起きます。いわゆる沿岸漁業での施設、沿岸漁業のための装置として考えれば、問題が起きます。

ここで、コスト圧縮の視点と書いていますが、どういう視点でコスト圧縮しようと考えているかと言いますと、単位個体の成長を常に考えて単価を増加させてコストを圧縮しようというのが、今までの流れだったと考えて頂ければ良いかなと思います。施設コスト圧縮の考え方ですが、要するに陸上養殖の最大の問題点は施設コスト、これは常に言われている問題なのです。

従来のコスト圧縮の方向というのは、これは誰でも考える話ですが、単位施設当たりの生産額を拡大する。これは当たり前の話です。要するに単位施設当たりの生産額を拡大することなのですから、生産額(G)は単価A掛ける数量(個数N)です。従来の生産額の拡大方法は、この単価Aをどう上げようかということが常に考えられていました。単価を上げるということは個体を如何に成長させるかという問題に常に繋がってきますので閉鎖式循環型の陸上養殖というところに辿りつきます。今回お話しする話というのは、この生産額のGの拡大を単価Aではなくて個数Nを増大させたって同じではないかということです。

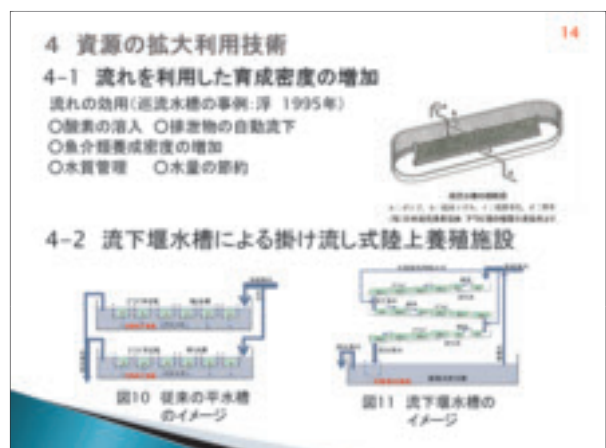
では、どうすれば良いか?、単位水量当たりの密度を増大すれば良いではないかということです。要は個体一つの大きさを倍にするよりは、単位水量で育てる密度を倍にする方がずっと簡単ではないか、その方がもっと安上がりではないかというところで、もう一度、「掛け流し式」の陸上養殖に戻って考えて頂きます。

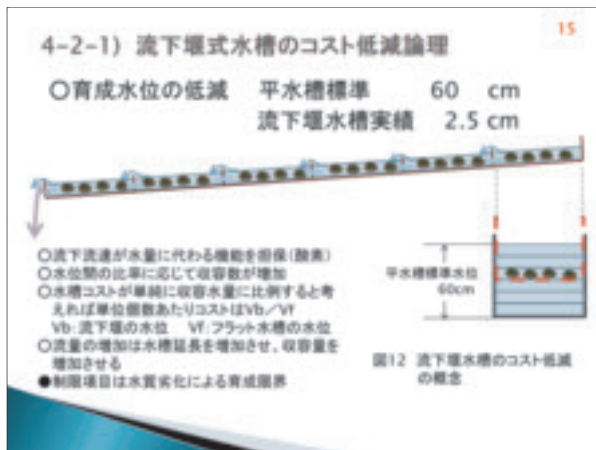
「掛け流し式」陸上養殖の利点は、設備が簡単

で運用が簡便だということです。ただ、ここでの条件は密度をどんどん増やすことによって、生産性を拡大することが当然の基本条件です。そういう基本条件を果たすのが技術なのですが、技術というのはノウハウの積み重ねのようなところがあります。「掛け流し式」の陸上養殖についてのノウハウはどんなものを見れば良いのかを少しお話をして今後の参考にして頂ければと思います。

海水資源による生産拡大利用技術ということになりますが、流れを利用すると育成密度の増加が期待できるというのは、これは浮さんという方が既にご書いておられます。この方はアワビ増殖の大先生で、アワビの種苗を作るという中において、「巡流式」の水槽を考えられました。「巡流式」というのは、丸くここでぐるぐる水が回ることを示しています。巡流水槽に水を落として、そのエネルギーで水に流速を与えて、巡流させるという水槽です。そうしますと、水が動きますので、酸素が溶入しやすい。もう一つの利点としては、掃流という底に流れができますので、排泄物が自動的に流下します。その結果、魚介類の密度が増加して、水質の管理がしやすくて、水路を清潔に保てるということになります。浮先生の書かれたものにはこれで3倍の生産効率を得たと報告されています。流れにより生産効率が上がります。

それでは、平たく回すのであれば、上から落





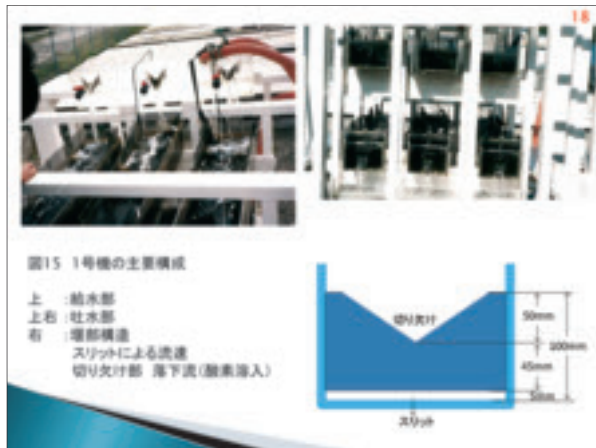
として流しても良いのではないかというのが、今回の「掛け流し式」です。スライドの4-2-1)の下に従来の平水槽を示しています。平水槽の中に籠を入れて、その籠の中にアワビを入れると、糞が水槽全体の床に落ちて、床全体を掃除しなければなりません。同じスライドの上を示す流下堰水槽では上から水を流してやります。上から水を流してやって、糞とかは下に流れ落ちていって、末端の部分で掃除をしてやれば良いという流れになります。

この「流下式」の水槽で、なぜコストが安くなるのかという話なのですが、平水槽の水位は40 cmとか60 cmとか色々な数字があるので、たまたま浮先生が平水槽での種苗養殖の中で、水位の標準を60 cmと書いておられたのでここで60 cmとしております。中央水産試験場に私がいる時に行った流下式の施設では、2.5 cmで飼育しました。2.5 cmで充

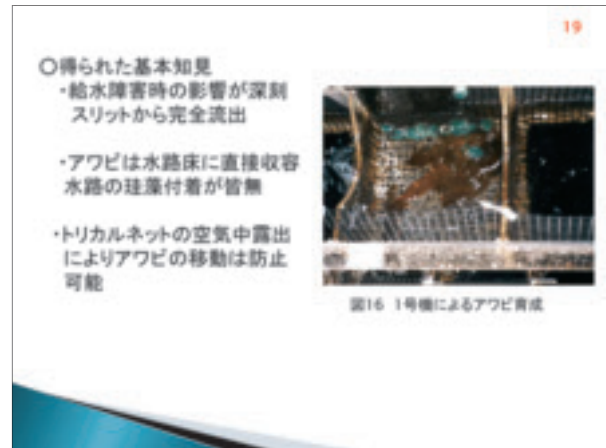
分飼育できました。従来、水量で維持していた酸素供給の機能を流れて行うということです。これだけ深いものを薄く延ばしてやると、例えばスライドの4-2-1)の下で示す平水槽の水位60 cmを10 cmにすると6倍のアワビが飼えるのではないですかという考え方です。ただ問題があります。問題はずっと流れて行くと、当然最後の方で水質が劣化するので、水質の劣化をどこまで許容できるかというのが大きな課題なのだろうと思います。

スライドの4-2-2)は、1998年に行った予備実験です。これを見てもらえばお解りいただけると思いますが、傾斜水路に複数の堰を設けて堰間のプールにアワビを入れます。このプールに水が溜まって、越流して行って、順次プールに溜って流れて行く。その一つひとつにはアワビが育っているということです。この時の水位は5 cmです。プール中に乱流ができるように堰に切り込みとかを入れてあるのですが、これで十分育ちました。飼育数を区分すると、飼育速度が均等化されて全部製品化しやすいというものの考え方でやっていました。ただこの時の問題は、アワビがこの堰を超えて移動するのです。ひどいのはこの横を超えて外へ出て死んでしまうということがあって、写真でみえる横の網はそれを防止するために付けてみたものです。この(図14)1号機は福島町が予算を付けたもので、流れは表面に乱流ができて、





水位確保し易いように先程の堰に切り欠けを設けました。この時の堰部の水位は5cmです。当然、区分飼育による飼育速度の均等化も考えましたし、もう一つは堰部の下に穿孔、穴をつけて、そこで流速を確保して、ゴミを流れ出す掃流を確保するというのを考えました（図15下）。要は、ここにスリットを設けて、ここから流れ、上から落差で落ちてくるのは落差流ですので、下からの流れはスリットから出ます。ここからどんどん水とゴミと一緒に流れて行きます。図15が給水と吐水部です。この吐水部から、これは反対なのですけども、この下にもこれと同じようなものがあって、この水が下の吐水槽に落ちて行って、また次の水槽に行くということです。それでスリットからゴミと一緒に流れて行きます。流れに気をつけていたのですけれども、これに関して大きな問題が発生しました。給水が停止した時に被害が深刻です。スリットから完全に水が流出してしまいます。水が止められると、ここから水が全部流れてしまって、アワビが死んでしまうということで、この時はほぼ1,000個のアワビを失いました。先程言いました海洋深層水ではあまり考えられないかもしれないのですけれども、海水を流しますと珪藻が育ちます。そうするとアワビを直接収容しておきますと、水路の珪藻を全部アワビが餌として食べて全くつかないの掃除をしなくても良いということがあります。次に、トリカルネッ



トを空中に露出して付けると、アワビの移動は防止できます。そういう細かいノウハウですけれども、こういった知見を得られました。

今度は2号機なのですが、ちょっと見づらいですが、これは当時の通産省の補助金で作らせてもらいました。1号機の改良点として、水槽をアクリル板で手作りすると非常に高くつくため、この時はFRPで出来るであろうということでFRP化してみました。これは成功しました。それから図18右の絵にもありますように、給水停止時の循環装置を作りました。この装置は給水停止で水がなくなるからいけないのだろうと思って、給水がなくなった時水位を保つようにしました。1つは循環システムでは、下に水を溜めておいて上から落ちてきた水をここでもう一度回してやるというものです。ですから、外からの海水が止まっても、自前の海水でぐるぐる回っているということです。もう1つは図19の滞水装置と言いますか、水がここで止まっても、この図の形にしておけば、この分だけ水が溜まるだろうと思っていましたが、これは失敗でした。さらに先が鶴口状になって細く流れているのですけれども、これも失敗でした。これは横から風が吹くと水が散って、この下に水が落ちて来なくなりました。この形は海水が細く落ちて酸素が溶入しやすいと余計なことを考えた結果です。得られた知見ということですが、給水停止時の水深が深いとそのプール

4-2-3) 流下堰式水槽実験による課題と修正 20

(2)2号機完成
2000 年10月
○水槽数 4列4段
○1号機からの改良点
・水槽量産のためのFRP化
・供給水停止時のための循環装置
○給水停止時の滞水
○水位:80mm



図17 2号機の概観
写真 福島町 技術導入事業検討委員会
技術導入事業報告書 平成13年

21

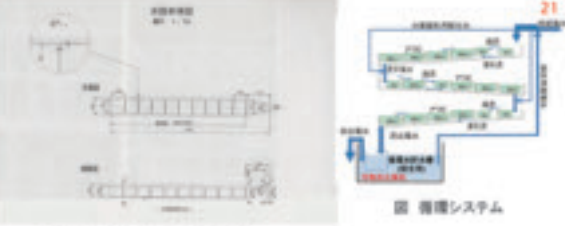


図18 2号機流下堰式水槽概観図



図19 2号機給水停止時の滞水予想概観図
福島町 技術導入事業検討委員会
技術導入事業報告書 平成13年

22



図 2005年型流下堰式水槽
全景概観



図 2005年型流下堰式水槽
先端部概観

写真 福島町 技術導入事業検討委員会
技術導入事業報告書 平成13年

23

○得られた基本知見
・給水障害時の滞留水深が大きいと飼育アワビは斃死



・FRPによっても流下堰式水槽の製作は可能
・排水先端部の鰐口状は横風に弱く飛散
・人工飼料ではアンモニア態窒素が下段で増加
・水位80mmは過多

のアワビは斃死します。というのは、水の中にいて、水の中の酸素が足りなくて酸欠を起こして死んでしまいます。それと、FRPによっても細い造作のある流下堰水槽の製作が可能というのも分かりました。

もう一つは人工餌料の残餌による水質の劣化です。人工餌料が起源と思われるアンモニア態窒素が下の方に行くと段々増加して行きます。また水位 80 mm、これは高すぎました。もっと水位が少なくても良いという結論に達しました。

スライドの 4-2-3) では、2006 年型として最新式の水槽で実験を行ったのですが、この写真は福島町のアワビの中間育成センターです。これは水量 270 リットル/時で、この時の水位の高さが 2.5 cm です。2.5 cm でアワビは育ちました。これは、一つの堰間プールを三つに分けて、ここにアワビを一つずつ入れて育成し

ていきます。これが5段あって、ここから水が流れて行くという状態です。図 21～22 が基本的な施設です。この時にちょっとスリットの部分で工夫しました。このスリットの部分は、この以前のものは下の水路床に接しているのですが、今度は 5 mm 上にあげてスリットを開けました。5 mm 上げると、ここで水が止った時にこれだけ溜まるのです。そうするとどんな

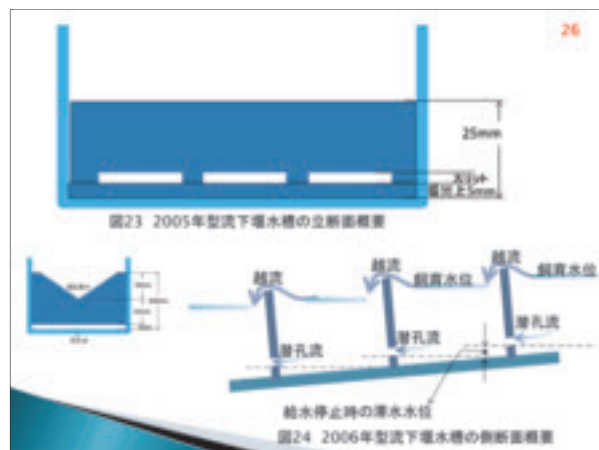
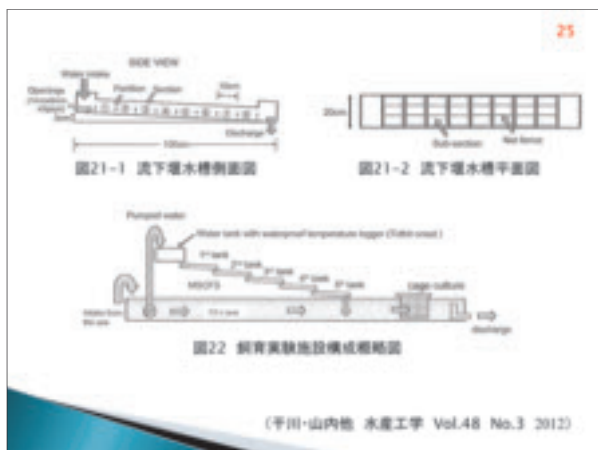
4-2-4) 流下堰式水槽実験による飼育実験 24

(1)飼育実験施設
2006年型

規模:5段2列
水量:270L/h
水位(堰高):25mm



図23 2006年型機による飼育試験
(福島町 福島市阿波瀬東協同組合アワビ中間育成センター)



意味があるのかと言いますと、アワビというのは、経験された方もあると思いますけれども、濡れた新聞紙に包んでおくと1日や2日は生きています。要するに水の中に浸かってしまうと酸欠を起こしますけれども、濡れた湿度ある状態で外に置いておくと長生きします。これで止まった時にこういう状態で少しだけ水を溜めておけば良いのだということで、こういう状況を

つくるような形に工夫しました。この時も停電を起こして止まったのですけれども、4時間は生きておりました。それ以上はまだ実験していません。

じゃあ実際に飼育の状態はどうなのかなということなのですけれども、低密度区と高密度区、そして籠養殖は高密度区と同じにして、比較実験をしました。図25は成長比較の結果ですけれども、一番上が低密度区、高密度区、一番下が籠養殖です。aとbの間には統計的優位差がありましたが、同じbとbの間にはありませんという意味です。低密度区の水路が一番よく育ちました。その次は高密度区の水路で、流下水路でよく育ちました。今のは殻長です。重量についても同じです。一番、重量が早く育ったのは低密度区の流下式の水槽、その次が高密度区の水槽、一番悪かったのが籠養殖でした。ここで問題になるのは、低密度区と籠養殖の生残率は

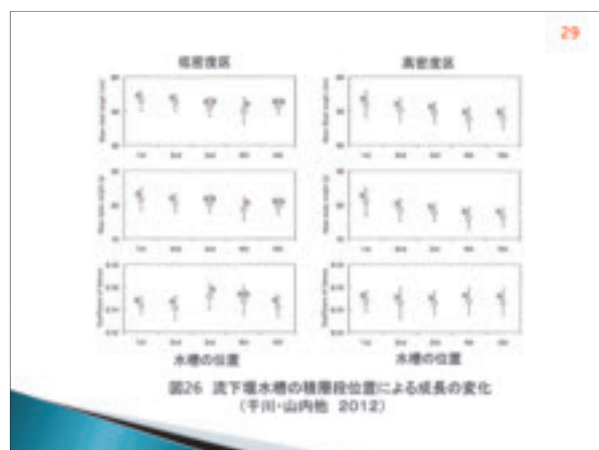
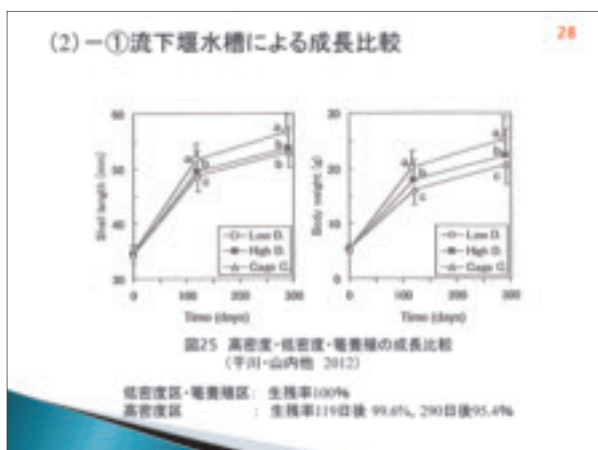


図 26 は 1 段目、2 段目、3 段目、下に行くとな
 くなるかということなのですが、横軸
 が水槽の位置です。上のグラフが、殻長、それ
 から重さ、それから肥満度です。殻長は下に行
 くほど落ちていきます。重量も下に行くほど落
 ちています。低密度であればほとんど変わらない
 という結果が得られています。その原因なの
 ですが、基本的には下に行くほど溶存態
 窒素が多くなってきます。由来するのは多分人

最後にまとめになりますけれども、流下式水槽は、要は低水位で育成が可能で軽量化しやすい。ですから上に積み上げられ、コンパクトだということです。流下式水槽は排泄物や残餌が掃流できて、環境が維持しやすいです。成長速度が比較的速くて、非常に斃死は少ないと考えていいと思います。ただ、積層の段数が下に行



— 34 —

く程、成長が鈍化します。今後の展望なのですが、アワビの種苗というのは工場生産していますから、今後とも拡大していく可能性はあります。そして海水というのは巨大な再生産による拡大資源ですので、生産性さえ確保できれば、地域での拡大再生産が可能だと思います。その生産性の問題についても水槽水位が低く集約が可能ですので、かなり可能性があると思います。下に行くほど成長が悪くなるという原因がはっきりしていますので、その原因をカバーするための技術的改良が可能だと思います。ですから、こういう形での拡大再生産可能なアワビの生産が可能なのではないかなと思います。

最後の問題なのですが、北海道の海洋深層水の場合だと、加温が避けられないのではないかなと思うのですが、そうするといわゆる従来の取水深度と浅い部分の水の組み合わせが必要となります。適切な水質、適切な加温と取水深度の組み合わせによって陸上養殖が可能なのではないかなと考えております。かなり今後の課題はまだ大きいのですが、そういう方法もあるのではないかとということで、ご承知おき頂ければ良いかなと思っています。

以上でございます。どうもありがとうございます。