

# ウニ類の幼生飼育・採苗技術の効率化について

酒井 勇一 表谷 光剛 阿部 博幸

キーワード：ウニ類、高密度幼生飼育、採苗率、種苗生産効率化

## はじめに

ウニ類は全道の水揚げ金額の第9位(80.4億円)を占める重要な魚種です。北海道では主にエゾバフンウニとキタムラサキウニの2種類が漁獲され、エゾバフンウニが水揚げ金額のうち54.2%を占めています。ところが、平成元年以降、特にこのエゾバフンウニの漁獲量が著しく減少しています。この資源の減少に歯止めをかけ、漁獲量の増加を目指して、20施設で約5,533万個体のエゾバフンウニを、8施設で約407万個体のキタムラサキウニの種苗生産を行い、双方併せて384カ所で放流しています(平成14年度実績)。

北海道でのエゾバフンウニの放流種苗の回収率は、地域により、また年により様々ですが、平均すると25.8%程度でした(本誌59号を参考にしてください)。10年程前は、エゾバフンウニの単価も今より3割ほど高く、漁獲でこれだけの放流種苗が回収されれば、十分に収益を得ることが可能でした。しかし近年のウニの単価の低迷で、この収益も減少しています。収益を増やすためには、安い種苗作りが欠かせません。また、不況により種苗生産施設の運営も厳しくなっている昨今は、人手も足りなくなり、種苗生産にかかる作業の軽減も必要になってきています。

## 浮遊幼生の飼育技術の改良

ウニ類は、水中で雄雌がそれぞれ精子と卵を放出し受精してから、しばらくの間浮遊幼生として漂って生活します。この浮遊幼生は、水中の植物

プランクトンを食べて成長してから、殻径0.3mm程の小さなウニの赤ちゃんとなって水底に着底します(写真1)。人工種苗生産では、産ませた卵と精子を掛け合わせ、孵化した浮遊幼生に大きさ5 $\mu$ m程の浮遊珪藻(キートセラス グラシリス、以下「キートセラス」)を食べさせて飼育します。

エゾバフンウニの幼生飼育技術は1985年に開発され、全道に広く普及されました。キタムラサキウニも、これに習って種苗生産が行われています。しかし、ウニの単価低迷や不況による種苗生産施設運営の難しさなど、ウニを取り巻く状況の変化に対応するため、より安く、より楽に種苗を作る技術が必要になってきました。そこで、栽培センターでは、北海道栽培漁業振興公社(以下「公社」と共同で、人工種苗生産工程のうち、最も手間がかかり、精神的な負担も大きい、幼生飼育技術と採苗技術の改良を行っています。既にこの一部であるエゾバフンウニの幼生飼育手法については、公社で発行している『育てる漁業345号(平成14年2月1日発行)』に改良点の概要を掲載していますので、本誌ではこれ以降に明らかになってきた部分について、エゾバフンウニを中心に紹介したいと思います。

平成11年～平成13年の栽培センターと公社の共同試験で、ウニの幼生への適正な給餌量や給餌方法、飼育水の換水方法などについて検討し、飼育方法を改良しました(表1、図1)。

従来の方法に比べて、改良した方法では、飼育水の換水による餌の流失量(幼生が利用できずに

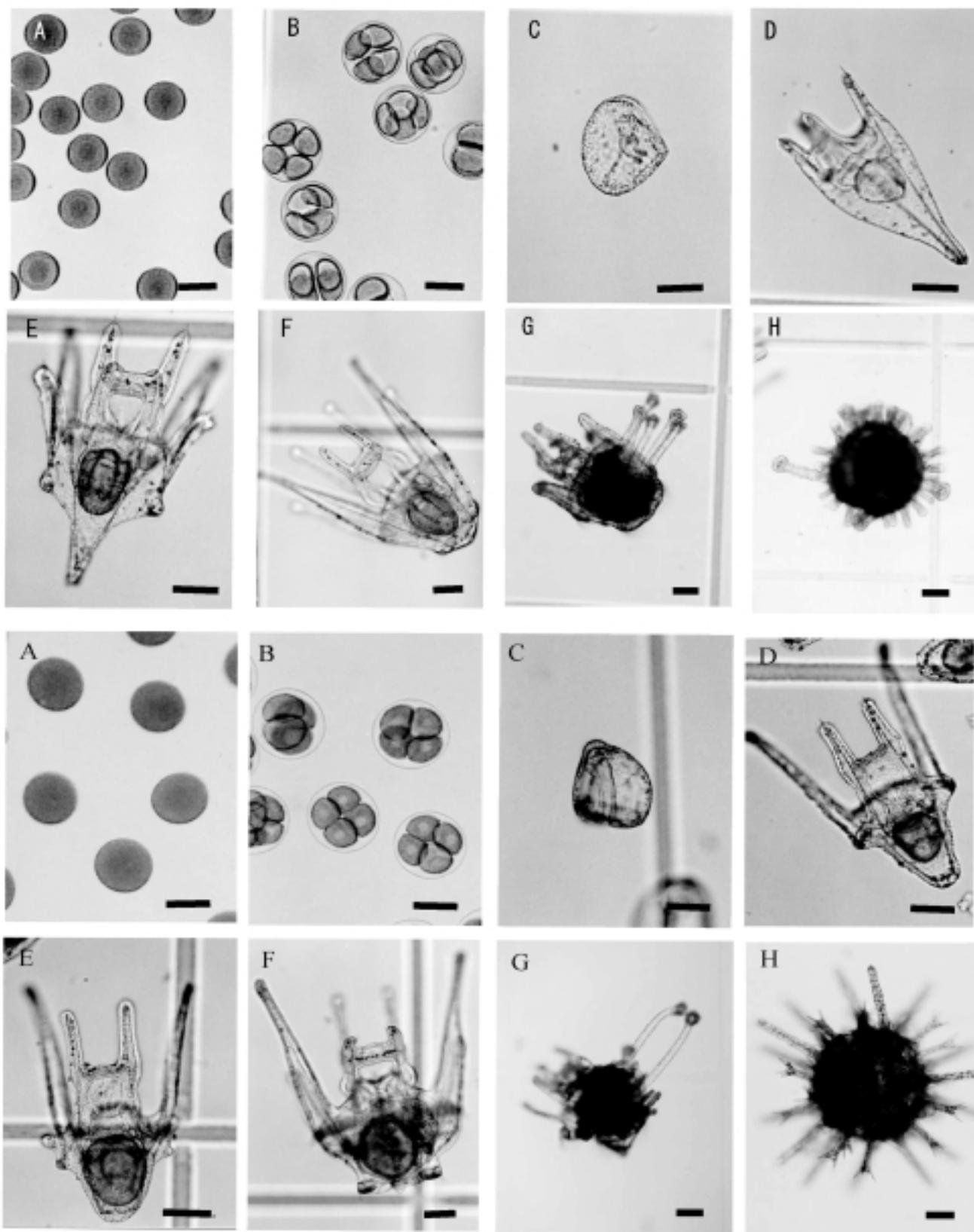


写真1 エゾバフンウニ(上2列)とキタムラサキウニ(下2列)の幼生

A: 未受精卵 B: 受精卵 C: ピラミッド幼生 D: 4腕期幼生  
E: 6腕期幼生 F: 8腕期幼生 G: 変態期幼生 H: 稚ウニ  
写真のバーは100 $\mu$ mを示す

流失してしまう餌の量)も少なくなり、幼生にとって必要な餌密度を、必要な時間(8時間程度)維持することで、効率的に給餌して、成長のばらつきが少ない変態期幼生(稚ウニになり水底での底棲生活に移行する直前の幼生)を、多く生き残らせることができるようになりました。また、道内ではこれまでエゾバフンウニと同じ手法で育成していたキタムラサキウニの場合、餌の密度を要求量に応じて高くしたことで、浮遊期間がこれまでの20日間から14日間へと短縮することもできました。

この改良手法で実際にエゾバフンウニとキタム

表1 幼生飼育の従来方法と改良方法の比較

	従来手法	改良手法
給餌	午前と午後の2回に分けて給餌	午前に一括給餌
飼育水の交換	連続交換	給餌直後から8時間止水にしてから16時間交換
水槽掃除	毎日実施(1水槽当たり30分程度)	異常がない限り不要
通気	水槽の上層と中層の2カ所から	水槽の底面から

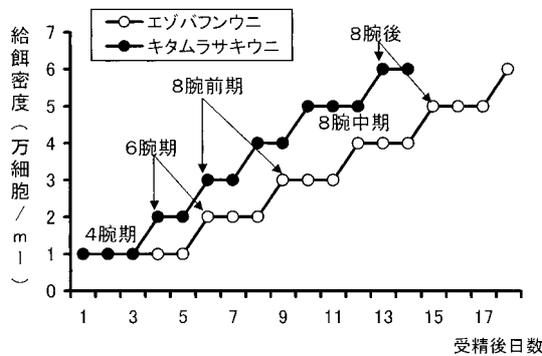


図1 幼生飼育時の給餌密度  
幼生1個体/mlに対して給餌するキートセラスの給餌密度を幼生の発育段階に合わせて図のように調節する。

ラサキウニを大量生産した結果、公社では図2のように、幼生の生残率がエゾバフンウニで1.7倍、キタムラサキウニで1.6倍になりました。さらに、波板への採苗率もそれぞれ1.1倍、1.9倍に増加しました。

この結果、平成14年度に公社で生産しなければならなかった520万個体のエゾ

バフンウニの5mm種苗を確保するために、従来の手法であれば5,591万個体の幼生を飼育しなければならなかったところが、改良した手法を用いたところ3,060万個体と、ほぼ半分の幼生を飼育すれば済むようになりました(表2)。またキタムラサキウニの場合も、5mm種苗で115万個体の出荷予定に対して、改良した手法での必要幼生数は635万個体と、従来手法の場合の1,968万個体の1/3弱で済むことになりました。公社の場合、従来ならばエゾバフンウニをのべ56基分(1度に15基の水槽で飼育できるので、のべ4回の飼育が必要)、キタムラサキウニをのべ20基分(のべ2回の飼育が必要)の合計76水槽を管理しなければならなかったものが、エゾバフンウニで31基、キタムラサキウニで7基の計38基で済むことになり、水槽数では半分、

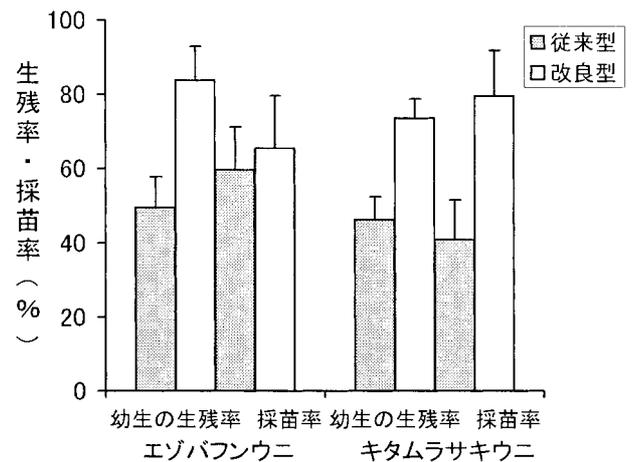


図2 飼育手法別の幼生生残率と採苗率  
従来型は公社で実施した平成12年のエゾバフンウニ60回、キタムラサキウニ16回の量産結果の平均値、改良型は平成14年と15年のそれぞれ60回、12回の平均値を比較した。

表2 従来方法を改良した公社での必要な稚ウニの幼生数の比較

	従来手法		改良手法	
	必要個体数(万)	生残率	必要個体数(万)	生残率
エゾバフンウニ				
5ミリサイズ稚ウニ(出荷)	520		520	
着底稚ウニ(採苗)	1,677	31.0%	1,677	31.0%
着底期幼生	2,796	59.7%	2,561	65.5%
飼育開始時幼生	5,591	49.5%	3,060	83.7%
キタムラサキウニ				
5ミリサイズ稚ウニ(出荷)	115		115	
着底稚ウニ(採苗)	371	31.0%	371	31.0%
着底期幼生	909	40.8%	467	79.5%
飼育開始時幼生	1,968	46.2%	635	73.5%

飼育回数は3回に削減することができるようになりました。こうした技術改良により飼育水槽数(または飼育回数)が減ったことで、万一の失敗に対しても、時間的・精神的な余裕も生まれました。

飼育管理でも、毎日の底掃除や午前午後2回に分けた給餌が不要になりました(休みの日も含めて幼生の飼育期間である18~22日間は1日作業をしなければならない)。さらに、飼育回数(飼育水槽数)の削減は、幼生飼育に必要な餌料の培養回数や量の削減にもつながります。通常、1 t水槽に1個体/mlの密度でエゾバフンウニの幼生を飼育する場合、必要なキートセラスの培養量は3 Lのフラスコに換算して、1基当たりおよそ26本分になりますから、38基の水槽の削減により、およそ988本分の培養が不要になります。道内で最も多くの種苗を生産し、その分幼生飼育回数(水槽数)も多い公社の場合は、1個体当たり10.5円だった5 mm種苗を、1円安い9.5円で作れるようになりました。

### 幼生の高密度飼育

次に私達が目指したのが、高密度での幼生飼育です。従来のように1個体/mlの密度で幼生を飼育しても、幼生飼育水槽数をおよそ半分に削減できたのですから、密度を2~3倍に増やせば、管理しなければならない水槽数をさらに1/2~1/3(従来手法の1/4~1/6)に削減できるはずです。また、高密度で集約的に飼育できるということは、これまで施設規模や人的な作業量などの問題で不可能だった、複数の系統(産卵時期や繁殖場所の違いから自然界では交わることのない地域集団)を、少ない水槽数で同時に育成できるようになることも意味します。この場合は種苗生産コストよりも遺伝的な系統保全を優先することになりますが、『水産基本法』や『北海道水産業・漁村振興条例』で謳っている、『水産資源の持続的利用を目指す』

上で、重要な役割を担うことになるでしょう。

図3に、エゾバフンウニ幼生の飼育密度を1個体/mlとした場合と、2個体/mlおよび3個体/mlとした場合の、生残率と採苗率を示しています。このときの給餌密度は先の図1のように、幼生1個体当たり1万細胞のキートセラスが当たるように、3個体/mlの密度で育成したときは、最初3万細胞/mlで給餌し始めました。幼生を1個体/mlで飼育した場合よりも、その2倍もしくは3倍の密度で飼育した方が、生残率・採苗率ともにむしろ高くなり、エゾバフンウニの場合は2~3個体/mlまでの高密度の幼生飼育は可能であることが分かりました。

### 幼生の採苗率

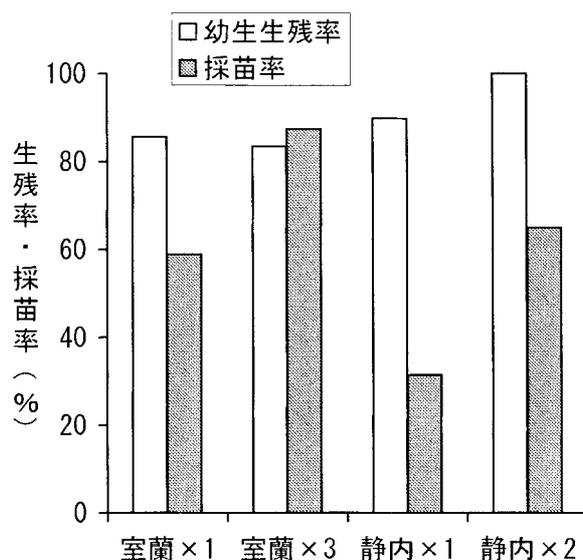


図3 幼生の生残率と採苗率

室蘭 × 1、室蘭 × 3は、親の産地と幼生密度を示し、通常を1(1個体/ml)とし、×3では3倍の密度で飼育したことを示す。

北海道では、ポリカーボネイト製の波板(30cm × 60cm)にアワビモ(ウルベラレンズ、以下「ウルベラ」)という緑色の緑藻を繁茂させて、変態期のウニを着底させて採苗するのが一般的です。

ここまで、浮遊幼生期の効率的な飼育手法の開発により、今までよりも楽に、多くの幼生を生き残らせることができるようになったこと、効率的

に給餌することで、成長が揃い、採苗率が上がったことを述べてきました。しかし、波板に効率的に採苗できなければ、目的とする出荷サイズの稚ウニを確保できなくなることも考えられます。また、幼生の生残率の向上と、高密度での育成技術の開発で、一度にたくさんの変態期幼生を作れるようになりましたが、これを収容する採苗用の波板と水槽の確保も重要になってきました。そこで、ウルペラを繁茂させた波板に効率的に採苗するためのタイミングと採苗の方法について検討しました。

### 1) 採苗のタイミング

エゾバフンウニの場合、採苗させる基質に接触できることが、変態にとって重要であると考えられます(図4)。

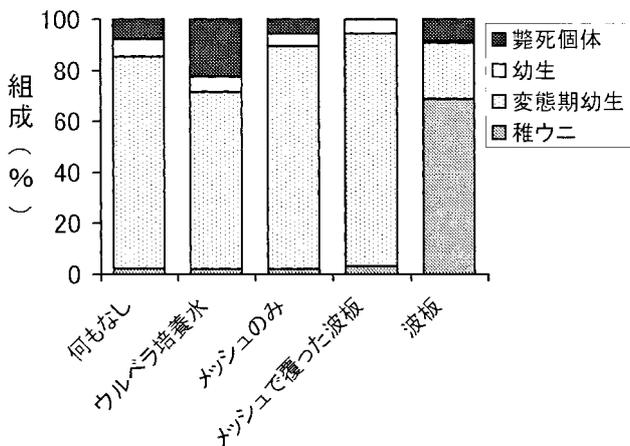


図4 基質への接触の可否と幼生の変態の関係

「板のみ」は何も付いていない波板を入れた場合、「ウルペラ培養水」は、ウルペラを培養中の培養水を添加した場合、「メッシュで覆った波板」は100 $\mu$ mのメッシュで変態期幼生が直接ウルペラを培養した波板に触れられないようにした場合、「ウルペラ波板」はウルペラを繁茂させた波板を投入した場合を示す。

変態期幼生を、いつ採苗用の基質に接触させるべきか(いつ採苗用の水槽に移動するべきか)は、幼生用の餌であるキートセラスの培養作業や幼生飼育管理(給餌、水槽の掃除、換水作業)などを軽減する上でも重要です。そこで、変態期幼生の胃径と原基長の関係を指標にして、採苗のタイミ

ングについて検討した結果が図5です。この結果、幼生の胃径の平均値と原基長の平均値が逆転してから2日目以降であれば、稚ウニへの変態率に差が無いことが分かりました。なお、図5で4月8日以降に収容した幼生の変態率が、それ以前に収容したものに比べ低下しています。これは試験用の幼生を抽出していた量産用の1t水槽内で、成長の良い変態期幼生が稚ウニになってしまい、試験に用いた浮遊幼生が、成長の遅いものに偏ってしまったためと考えられます。

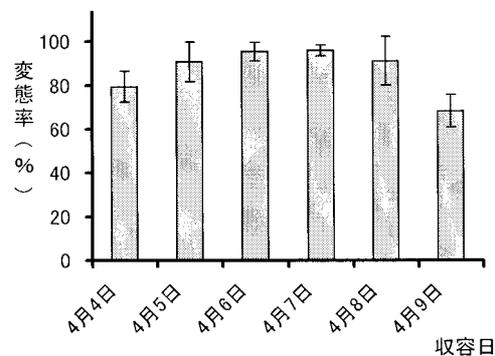


図5 胃径と原基長が同じになった4月4日以降の稚ウニへの変態率の変化

### 2) 採苗の方法

ウルペラを繁茂させた面積が異なる5つの波板を、それぞれ1Lの腰高シャーレに設置して、ここに変態期幼生約200個体を収容し、波板面積当たりの幼生数と稚ウニへの変態率、ならびに波板面積当たりの稚ウニの密度を調べました(図6)。この結果、設置した波板面積が大きく、波板面積

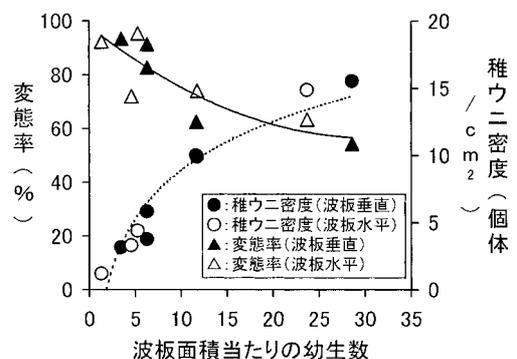


図6 波板面積当たりの幼生数と稚ウニへの変態率及び稚ウニ密度の関係

当たりの収容した幼生数が少ないほど、稚ウニへの変態率が高くなることが分かりました。

また、波板面積当たりの稚ウニ密度は最大で15.5個体/でした。このときの変態率は60%程度と、稚ウニ密度が5.8個体/以下のときに比べ低くなっていました。これらのことから、ウルベラを繁殖させた波板には、かなり高密度に稚ウニを採苗できるということ、逆に高密度で採苗すると稚ウニへの変態率が低下するため、稚ウニの密度が5.8個体/以下になるように幼生を収容した方が、採苗率が上がるだろうということが分かりました。

この試験から、ウルベラを繁殖させた波板には最大で15.5個体/もの稚ウニを着底させることができました。波板1枚(30cm×60cm)あたりに換算すれば27,900個体にもなり、これまで推奨されてきた波板当たり200~300個体という数に比べて100倍以上高い密度ということになります。道内の多くの種苗生産施設で用いている7.5tの水槽には、1水槽当たり900枚の波板を収容できるので、理屈上は1水槽に2,511万個体の稚ウニを採苗できることとなります。

このような高密度で稚ウニを波板に付着させることが可能になるということは、用意しなければならない採苗用の水槽数(もしくはウルベラを繁殖させた波板の枚数)を減らせることにつながり、水槽の水温管理や、ウルベラの培養など、多くの手間やコストの削減にもつながります。特に種苗生産サイクルの関係で、ウルベラを培養する時期が低水温期に当たる道東海域の施設の場合、採苗時期である3月下旬に合わせて採苗用のウルベラを培養し始めます。ウルベラの培養には通常1~2か月かかるので、培養開始時である1月頃は、現地の海水(水温0℃前後)を培養の適正水温である17℃前後まで1~2か月間加温し続ける必要があります。集約的に採苗できるということは、こうした水槽数を減らし、加温に要するコストを

削減できることにもつながると考えられます(餌として必要なウルベラの培養は、水温が少しでも上がってから始めた方が加温のコストがかからずに済みます)。逆に高水温期に当たる秋にウルベラを培養しなければならない日本海沿岸域では、稚ウニの成長に伴い餌料が必要になる時期に、海域の水温も下がりウルベラの培養が容易になりますので、水温が20℃以上と高く、ウルベラの培養に不向きな時期に無理して培養しなくても、水温が下がってから培養を始めれば済む可能性もあります。

こうした利点の一方で、波板上の稚ウニが高密度であればあるほど、ウルベラが早く食べ尽くされてしまうはずなので、今後はこの食圧と、稚ウニの餌を十分にまかなうために行う分散技術(餌が少なくなった波板や水槽から、餌の多い波板や水槽に稚ウニを移動し成長を補償する技術)についても検討していく必要があります。

また、波板の面積当たりの稚ウニの密度が5.8個体/以下になるように幼生を収容すると、変態率が80%前後と高くなると考えられました(図6)。この密度になるように収容するということは、通常900枚の波板を設置した7.5t水槽に1,175万個体以下の変態期幼生を収容することに相当します(実際に種苗生産施設で収容しているのは7.5t水槽あたりに概ね50~100万個体程度で、この1/10~1/20の密度です)。こうした試験を重ねることで、変態期幼生を効率的に採苗するための効率的な収容密度などを明らかにできると思います。

次に、幼生の密度が変態率に及ぼす影響を明らかにするために、1Lの腰高シャーレ内に約30の波板を設置して、ここに収容した30個体~460個体の変態期幼生の稚ウニへの変態率を調べてみました(図7)。この結果、変態率は、波板を底面に対して水平に置いた場合も、垂直に設置した場合と顕著な違いがないこと、そして今回試験した幼

生個体数の範囲内では(30~460個体)、約30の波板に対する変態率に顕著な差は認められないことが分かりました。このことから、波板の設置向きは、これまで各種苗生産施設で行われている通り、水槽底面に対して縦方向で問題がないと考えられました。

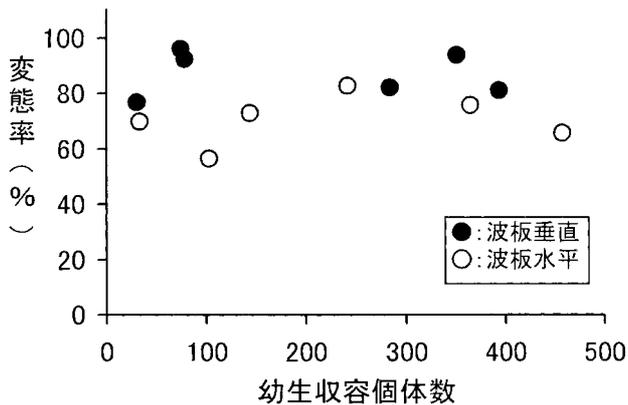


図7 幼生収容個体数と変態率の関係

先の試験で水槽底面に設置した約30の波板に対して適度な変態期幼生数と考えられた約200個体の幼生を収容して、1日後から奇数日間隔で稚ウニへの変態率を調べてみました。なお、試験期間中の水温は平均18.2℃(17.5~18.8℃)でした。

この結果、1日目の変態率48%に対して、3日目以降は65%~75%とほぼ安定していました(図8)。

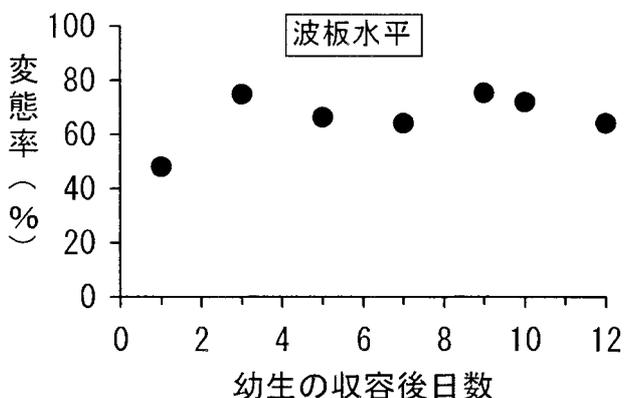


図8 幼生収容後日数と変態率の関係

一般に種苗生産施設では、幼生を収容した直後は、採苗用水槽への飼育水のかけ流しをやめ、換水とともに幼生が流失してしまうのを防いでいます。今回の試験から、同様の条件下であれば、変態期幼生を収容してから3日程度で、飼育水を換水出来るようになると考えられました。

今後は、幼生収容直後の採苗用水槽を止水にしている間、特に秋の気温が高い時期や、春の気温が低い時期に、室温の影響を受けて飼育水温が変化して稚ウニの採苗に悪影響を与えるのではないかと、やきもきせずに済むように、変態速度を速める方法についても検討したいと思います。

北海道でウニの種苗生産が本格的に始まって19年が経ちますが、まだまだ改良していかなければならない技術がたくさんあります。より多くのよい種苗をより安く、より楽に生産できるよう努力を重ねていくつもりです。

(さかい ゆういち 栽培センター貝類部)

おもてや みつたけ、あべ ひろゆき

北海道栽培漁業振興公社鹿部事業所

報文番号B2246)