

業 績 名	フリー配偶体を用いたワカメの実用規模種苗生産技術 及び生長の早い高水温耐性品種の開発
所 属	徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課
研 究 者	主任 棚田 教生



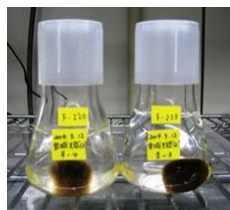
- ワカメは一年生の海藻です。春にメカブから遊走子が出て、それがやがて雄と雌の配偶体になります。
- 一般的な種苗生産は、メカブから放出された遊走子の液に種系を浸して採苗する方法で行われ、種系の上で遊走子から配偶体になります。
- 本研究では、遊走子ではなく、雄と雌に分離した配偶体を用いて種苗生産します。この配偶体は、種系などの基質に付けずに、フラスコなどで培養液に浮遊させた状態で保存します。このような配偶体を「フリー配偶体」と言います。

1.フリー配偶体を用いたワカメの実用規模種苗生産技術の開発

<背景と目的>

【雌雄別フリー配偶体による種苗生産技術の長所】

- ①親の良い形質を長期間維持できるため、**高品質**なワカメを**安定生産**できる
- ②雌雄の交配による**品種改良**が容易(1遊走子起源なら**遺伝的均一性が高い**)
- ③生産期間を**1ヶ月間**に短縮することができる(通常は約**半年間**)
- ④**任意の時期**に生産することができる(1漁期に**複数回**の生産も可能)



♂配偶体 ♀配偶体

(1963～利用) ↓ 確実性の高い採苗技術が未確立

試験研究規模の利用に留まる

近年

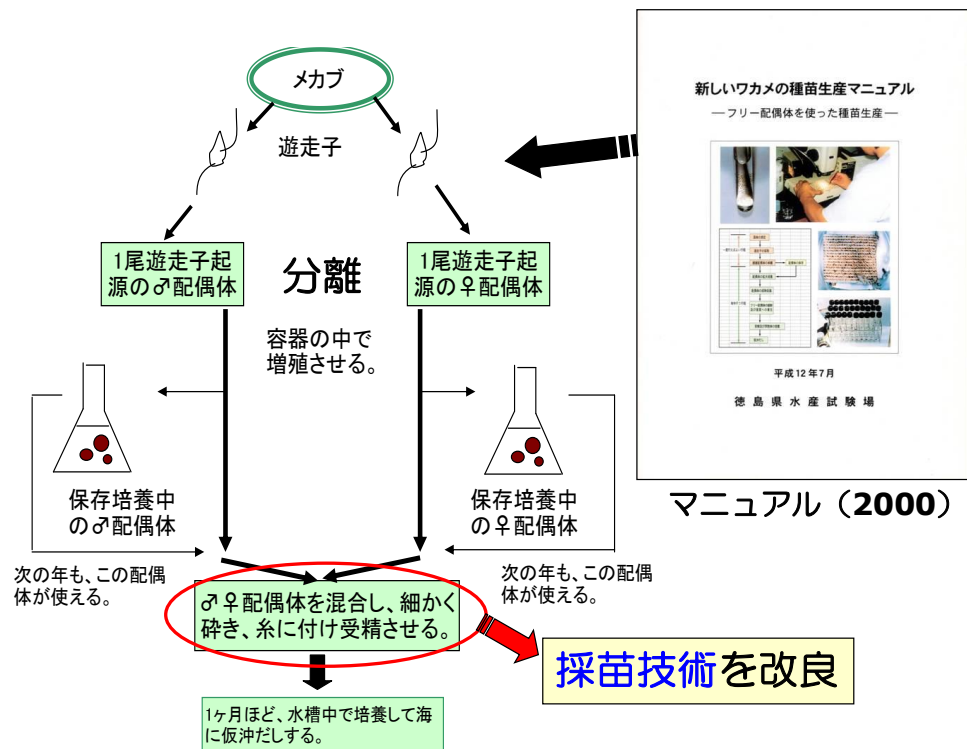
- ・ワカメ養殖・新品種に対する**高い需要**
- ・天候不順による**従来型種苗生産の不調**

実用規模のフリー配偶体種苗生産技術の開発へ

1.フリー配偶体を用いたワカメの実用規模種苗生産技術の開発

- ・雌雄別フリー配偶体による種苗生産技術の長所として、①親の良い形質を長期間維持できるため、高品質なワカメを安定生産できる②雌雄の交配による品種改良が容易(1遊走子起源なら遺伝的均一性が高い)③生産期間を1ヶ月間に短縮することができる(通常は約半年間)④任意の時期に生産することができる(1漁期に複数回の生産も可能)、があります。
- ・このように優れた長所を多く有しますが、遊走子と比べて着生力が弱い配偶体に関しては、確実性の高い採苗技術が確立されていなかったため、これまでは試験研究規模で利用されるに留まっていました。
- ・近年、ワカメ養殖および新品種の開発に対する高い需要があります。さらに、天候不順によって従来型種苗生産が不安定となっています。
- ・これらの状況から、実用規模のフリー配偶体種苗生産技術の開発が求められています。

【フリー配偶体種苗生産技術の改良点】



- 本研究では、一尾の遊走子から雄、雌の配偶体をそれぞれ分離し、それらを別々に拡大培養した後、雌雄のフリー配偶体を混合して種系に着生させます。
- 今回、フリー配偶体を種系に着生させる採苗技術を改良することによって、これまでの手法よりも確実性の高い種苗生産技術の確立を目指しました。

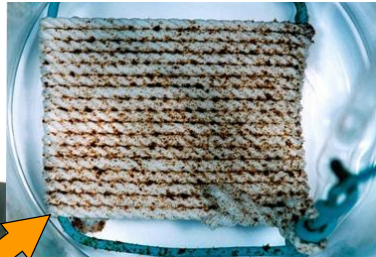
【これまでのフリー配偶体の採苗技術】



← ● 写真 32

12リットルビーカーにPESI培地を500ミリリットルを満たし、その中に基質枠を入れておく。そこへ、配偶体液を駒込ピペットを使い、静かに滴下する。

<70×60mm>



歩留まり50%
(採苗器上面のみ着生)



滴下法, 浸漬法

↓

配偶体の着生率が不安定

採苗器が小型, 水平置き

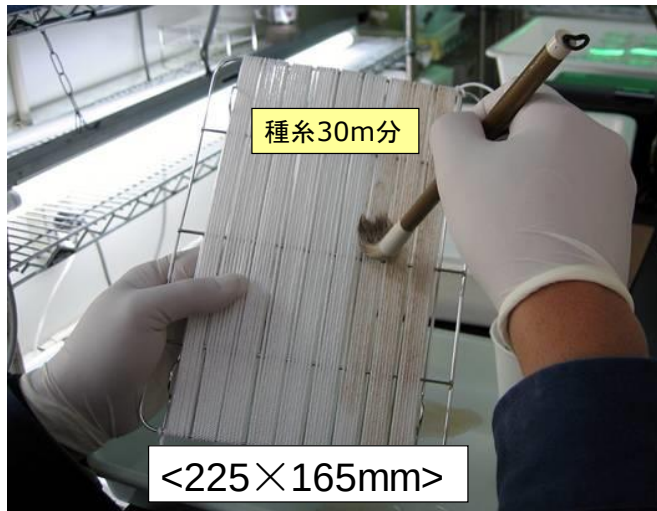
↓

生産効率が低い

まず、これまで徳島県で行ってきたフリー配偶体種苗生産技術について説明します。

- ・採苗は、配偶体液を種系上に滴下する方法や、配偶体液に種系を浸漬する方法で取り組んでいましたが、配偶体の着生密度および均一性の面で安定した結果が得られませんでした。
- ・また、採苗器が小型で、かつ水平に置いていたため、占有面積あたりの種苗生産効率は高くありませんでした。

【新しいフリー配偶体の採苗技術】



配偶体を直接塗布，採苗器も大型化



採苗器を垂直置き

⇒ 配偶体の着生率が安定，生産効率も50倍に向上

次に、新しく改良した採苗技術について説明します。

- 新たな採苗法として、配偶体液を筆などで種糸に直接塗り付ける「塗布法」を考案しました。
- 採苗器は従来よりも大型のものとし、かつ容器に垂直に立てて収容しました。
- これらの改良により、配偶体の着生率が安定し、従来の方法と比べて、種苗の着生密度は 2～4倍に向上しました。また、占有面積あたりの種苗生産効率も50倍に向上しました。

【新しいフリー配偶体種苗生産技術（室内方式）】



雌と雄の配偶体液



ミキサーで配偶体を細断



雌と雄を混ぜる



配偶体液を種系に塗布する



容器に入れる



恒温室で培養する: 約1ヶ月間

今回開発した実用規模の種苗生産技術について説明します。

- 雌雄の配偶体液をミキサーで細断し、混合します。混合した配偶体液を種系に塗布します。採苗器を折り曲げて垂直に立てて、培地を入れたボトル容器に収容します。その後、温度と光量および日長を制御した室内で1ヶ月間培養します。

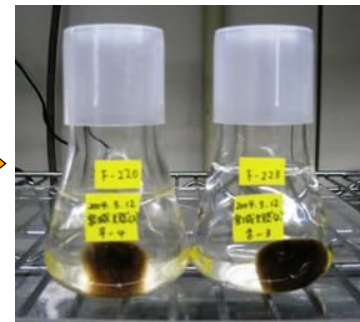
【実用規模種苗生産への応用】

〔使用した配偶体〕

- 宮城県気仙沼産天然ワカメ
- 2004年5月に遊走子を採取後、雌雄の
フリー配偶体として7年間保存培養



親（気仙沼産ワカメ）



フリー配偶体
(♀, ♂)

- この方法で実用規模の種苗生産に取り組んだ実例を紹介します。
- 使用した配偶体は、宮城県気仙沼産の良質な天然ワカメから得られたもので、雌雄に分離した状態で7年間保存していました。

生産期間: 1回目: 2011.8.29~10.4, 2回目: 2011.9.27~11.1



144枚の採苗器で培養



3週間後



5週間後



種糸 8,203 m
(歩留まり95%)
の**実用規模生**
産に成功!

→宮城県へ輸送

- 種苗生産は連続して2回行いました。1回目は2011.8.29から、2回目は2011.9.27から開始しました。
- 1回の生産につき、144枚の採苗器で培養しました。培養を開始して3週間後にはワカメの幼葉が肉眼でも確認できるようになり、5週間後には採苗器の両面がワカメの幼葉で密に覆われました。
- 2回の合計で8,203mの種糸の生産に成功し、歩留まり（採苗した種糸のうち、種苗の生育が認められ、養殖に使用可能と判断された種糸の長さの割合）は95%でした。なお、8,203mの種糸から生産できるワカメの原藻は650トンと推定され、フリー配偶体を用いた種苗生産の実用規模での成功としては初の事例です。

ありがたきライバルの支援



徳島から種苗届く

漁業者「これで足りる」

東日本大震災からの復興を支援する宮城県沿岸のワカメ養殖業者は、被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。

被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。

徳島の支援に感謝

波路上 漁港 ワカメ種ばさみ作業



種苗を切り分ける漁業者

東日本大震災からの復興を支援する宮城県沿岸のワカメ養殖業者は、被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。

被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。被災地へ種苗を届けることに決めた。22日は、徳島県から種苗が届いた。

三陸新報の新聞記事(平成23年9月30日, 11月29日)

- 宮城県気仙沼市に輸送した種苗は、現地の漁業者によって育苗作業が行われ、その後ローブへの差し込み作業が行われました。
- その様子は宮城県の新聞記事でも大きく掲載されました。

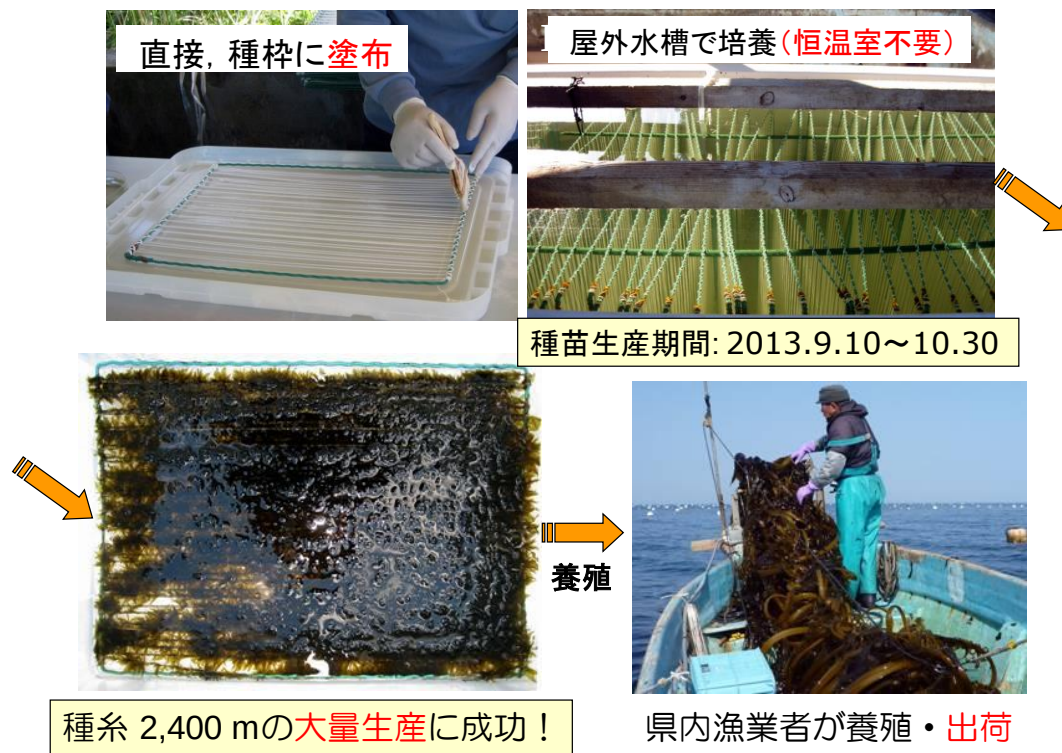
【フリー配偶体由来種苗の実用性の検証】



- ・ 平均全長180 cm, 平均葉重422 g
 - ・ 葉厚, 形状, 色調も良好
- ➡ 「一等級品相当」の評価
(親と似た良質ワカメ)
- 出荷

- ・ 提供された種苗は、気仙沼湾など宮城県沿岸で養殖用種苗として利用されました。
- ・ 気仙沼湾では産業規模で養殖が行われ、翌年の2月28日に初収穫が行われました。収穫されたワカメは生長、葉厚、形状、色調ともに良好で、収穫されたワカメは塩蔵加工されて共販に出荷されました。
- ・ この種苗の親は、気仙沼産の良質な天然ワカメでしたが、生産されたワカメも親に似た良質なワカメでした。現地の漁業者からも、「一等級品相当」との高い評価が得られました。
- ・ これらの結果から、フリー配偶体から生産した種苗が、産業規模の養殖用種苗として問題なく利用できることが実証されました。

【生産現場で実施可能な粗放的生産技術（屋外方式）】



- 今回開発した種苗生産技術は、室内での生産だけでなく、屋外の陸上水槽を用いた生産にも応用することができます。
- 徳島県鳴門地区の種苗生産漁業者および漁業者は、通常、「種枠」と呼ばれる大型の採苗器を遊走子の液に浸漬し、これを陸上水槽で培養して種苗を生産しています。
- 今回、遊走子液のかわりに配偶体液を、浸漬法のかわりに塗布法を用いることによって、生産現場の実態に合わせた新たな種苗生産を試みました。
- その結果、屋外の粗放的な方法でも、2,400mの実用規模種苗生産に成功しました。
- この種苗は鳴門市沿岸の漁場で養殖用種苗として利用されました。その後、宮城県の事例と同様に健全なワカメが生産され、市場にも出荷されました。

フリー配偶体種苗生産技術の視察・研修の受入実績

視察年月	視察研修者・機関(県内)/人数 (括弧内は漁業者の所属漁協名)	視察研修者・機関(県外)/人数	視察研修の背景・目的
H13年5月	漁業者(里浦)/1	宮城県気仙沼水産試験場/1	フリー種苗生産技術の習得のため
H13年6月	漁業者(里浦), 加工業者/2		
H13年8月	漁業者(里浦, 和田島)/3		
H14年5月, 8月	漁業者(鳴門町)/1		
H14年7月	漁業者(今津)/1		
H14年10月	漁業者(北泊, 今津)/1		
H14年11月	漁業者(北泊), 加工業者/4	高知大学, 東京海洋大学/2 岩手県水産技術センター/3 神奈川県横須賀市東部漁協, 普及員/4 鹿児島県北さつま漁協, 普及員	(他の内容も含めた全体の視察の一部として見学) 優良な形質の種苗を保存するため(現在は毎年天然母藻から採苗)
H16年2月			
H16年3月			
H16年夏			
H16年9月	漁業者(鳴門町, 北泊, 今津, 福村)/5	島根県松江水産事務所, 漁業者/6 高知大学, ニューブランズウィック大学(カナダ)/5 宮城県気仙沼水産試験場/1	高水温, 高齢化により種苗生産・養殖が不安定 フリー種苗生産技術の習得のため
H16年11月			
H18年3月			
H18年4月			
H20年10月	漁業者(福村)/1	兵庫県香住高校/2	卒業論文研究のため 今後フリー種苗生産を検討しているため
H22年3月			
H22年4月	漁業者(北泊, 鳴門町)/5		
H22年5月	漁業者(鳴門町, 和田島)/3		
H22年8月	徳島科学技術高校/7	大阪府岬町/5	今後ワカメの養殖研究(フリー種苗生産)に取り組むため フリー種苗生産技術の習得のため
H22年10月	徳島大学総合科学部学生/1		
H23年3月	漁業者(里浦)/2		
H23年4月			
H23年6月, 11月		兵庫県水産技術センター/2 宮城県気仙沼水産試験場/1	高水温, 食害により種苗生産・養殖が不安定
H23年7月			
H23年9月	漁業者(北泊, 和田島)/3		
H24年3月			
H25年5月	漁業者(鳴門町, 新鳴門)/4	神奈川水産技術センター/1	フリー種苗生産(浸漬法)に取り組んでいるが生産が不安定
H25年9月	漁業者(北泊, 鳴門町, 新鳴門)/3		
H25年10月	漁業者(里浦), 加工業者/3		
H25年10月, 11月	漁業者(里浦, 和田島), 加工業者/4		
H26年7月		愛知県水産試験場/1 (※日程があわなかったためメールによる質問・回答) 宮城県塩釜市漁協, 普及指導員/4 日本応用藻類学会/2	高水温等による種苗生産・養殖の不安定化(宮城県) 藻類研究の視察のため(日本応用藻類学会)
H26年8月	漁業者(北泊, 新鳴門, 和田島)/3		
H26年9月	漁業者(鳴門町, 北泊, 里浦, 和田島), 加工業者/7		
H26年10月	漁業者(新鳴門)/1		
H27年2月		神奈川水産技術センター/1 島根県水産技術センター/1	フリー種苗生産(滴下法・浸漬法)に取り組んでいるが生産が不安定 フリー配偶体を用いた品種改良, 養殖技術に関する意見交換のため
H27年2月			
計	漁業者21名(7漁協), 加工業者4社, 大学・高校2校	府県8機関, 大学・高校4校	

県内21漁業者(7漁協)・4業者, 県外12機関・漁協等を受入

- ・徳島県では、フリー配偶体種苗生産技術について、県内外から多くの視察や研修を受け入れてきました。
- ・これまでに、県内の種苗生産漁業者および漁業者21名、加工業者4社、県外の12の水産試験場・大学等の機関および漁業者を受入れ、技術を普及してきました。
- ・この結果、現在では、この技術が県内外で実用化されています。

2.フリー配偶体を用いた「生長の早い高水温耐性品種」の開発

【背景と目的】

- ◆ 海水温上昇等による漁期の短縮，生長・品質の低下
- ◆ 生産者の減少



本県の養殖ワカメ生産量は減少

1991年：15,584 t → 2013年：6,453 t (59%減)



今後も高水温傾向で推移？

さらに生産量減少のおそれ



高水温環境に適応した新たな品種が必要

生長の早い高水温耐性品種を開発

次に、フリー配偶体を用いた品種開発の研究について説明します。

- ・徳島県沿岸のワカメ養殖漁場では、近年の海水温の上昇によって養殖開始時期が遅れ、収穫期間が短くなっています。また、昔と比べると、同じ時期でも生長や品質が低下しています。
- ・これらの要因により、本県の養殖ワカメの生産量は減少しています。
- ・今後も高水温傾向が続くと、さらに生産量が減少する恐れがあることから、高水温環境に適応した新たな養殖品種が求められています。
- ・そこで、今回、従来よりも生長の早い高水温耐性品種の開発に取り組むこととしました。

【養殖試験の方法】

(1) 種苗 ～ 雌雄別フリー配偶体から「室内方式」で生産

① 鳴門海域で利用されている鳴門産早生種苗（従来品種）

鳴門早生♀ × 鳴門早生♂

② 従来品種に、南方系ワカメを交雑したF₁種苗（新品種）

鳴門早生♀ × 徳島県椿泊産天然ワカメ♂

(2) 試験年度：H25年度，26年度

(3) 試験場所：鳴門市等沿岸の養殖漁場
(延べ11地区)

養殖試験は次のとおり行いました。

- 種苗は、雌雄別のフリー配偶体から室内方式で生産しました。まず、基準となる従来品種として、鳴門海域で利用されている鳴門産早生種苗を用いました。次に、新品種として、従来品種の雌配偶体に、温暖な太平洋沿岸に生育する椿泊産天然ワカメの雄配偶体を交雑した種苗を生産しました。
- 試験年度は、H25年度、26年度の2カ年です。
- 試験場所は、鳴門市沿岸を中心とした延べ11地区の養殖漁場です。

【養殖試験の結果（1月）】



葉重**1.4倍**(従来品種比)～他の漁場では**1.4~2.1倍**(1月)

養殖試験の結果です。

- 1月初旬に採取したワカメの一例を示しました。新品種は従来品種と比べて明らかに大型で、葉重は1.4倍でした。他の漁場でも同様に1.4～2.1倍の葉重となりました。
- 鳴門海域では例年1月中旬頃から収穫が始まりますが、新品種は、漁期初期の1月に生長が早いことがわかりました。

【養殖試験の結果（2月）】



葉重**1.4倍**(従来品種比)～他の漁場では**1.2~1.8倍**(2月)

- 2月下旬に採取したワカメの一例を示しました。ここでも新品種は従来品種と比べて明らかに大型で、葉重は1.4倍でした。他の漁場でも同様に1.2～1.8倍の葉重となりました。
- 新品種は、生長が良好であるだけでなく、品質面でも葉の皺が少なく肉厚で、従来品種と同等の水準でした。

【開発されたワカメ新品種の特長】

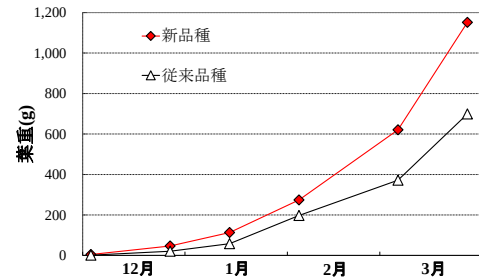
- 葉重：従来品種の1.2～2.1倍

⇒ 水温が高い漁期前半の生長が早い

- 品質：従来品種と同等

(皺が少ない, 肉厚)

⇒ 生, 塩蔵ワカメとして実用可能 (漁業関係者のべ48名中, 42名が評価)



「鳴門わかめ」の
新たな早生実用
品種として期待

今後



※F₂は生残率
低いものの、遺
伝子攪乱の影響を今後注視

- 県内の養殖現場への本格的な導入を図る
- 新品種（交雑種）の種苗生産に必須のフリー配偶体種苗生産技術の普及もさらに進める

開発された新品種の特長

- 葉重は、従来品種の1.2～2.1倍になることがわかりました。特に水温が比較的高い漁期前半に収量増が望めます。
- 品質は、従来品種と同等の水準ですので、早採り用の生ワカメや塩蔵ワカメとして実用可能です。
- 新品種は新たな早生品種としての期待が高いことから、今後は県内の養殖現場への本格的な導入を図っていきます。また、新品種の種苗生産に必須となるフリー配偶体種苗生産技術の普及もさらに進めてまいります。

【成果と波及効果】

1.フリー配偶体を用いたワカメの実用規模種苗生産技術の開発

- (1) 室内方式および屋外方式でフリー配偶体から生産した種苗は、宮城県および徳島県沿岸の漁業者に養殖用種苗として利用され、生産・出荷された(実用性を実証)。
- (2) これらの技術は、確実性の高いフリー配偶体種苗生産技術として、県内の漁業者(8名)・業者(1社)、県外の水産試験場・漁業者等(4県)に波及し、各地で実用化されている。

2.フリー配偶体を用いた「生長の早い高水温耐性品種」の開発

- (1) 「鳴門わかめ」の新たな早生品種として収量増が期待されており、既に一部の漁業者によって生産・出荷されている。
- (2) 大手種苗生産漁業者等が新品種の実用規模フリー配偶体種苗生産に取り組んでおり、現場への導入が着実に進んでいる。

1.フリー配偶体を用いたワカメの実用規模種苗生産技術の開発

- (1) 室内方式および屋外方式で生産した種苗は、宮城県および徳島県沿岸の漁業者に養殖用種苗として利用され、生産・出荷されました。
- (2) これらの技術は、確実性の高いフリー配偶体種苗生産技術として、県内の漁業者・業者、県外の水産試験場および漁業者等に波及し、各地で実用化されています(県内ではこの2年間で延べ8名の漁業者と加工業者1社、県外では新旧の方法を含めると4県で導入)。

2.フリー配偶体を用いた「生長の早い高水温耐性品種」の開発

- (1) 新品種は「鳴門わかめ」の新たな早生品種として収量増が期待されており、既に一部の漁業者によって生産・出荷されています。
- (2) 県内の大手種苗生産漁業者等が新品種の実用規模のフリー配偶体種苗生産に取り組んでおり、現場への導入が着実に進んでいます。

【まとめ】

- 雌雄別フリー配偶体を用いた新たなワカメ種苗生産技術「塗布法」を開発し、実用規模の種苗生産および養殖に初めて成功した。
- 従来の鳴門早生品種と、自県産南方系ワカメの雌雄フリー配偶体を用いた交雑により、従来よりも生長の早い実用品種の開発に初めて成功した。

【業績関連研究課題と実施年度】

- (1) 「鳴門わかめ」ブランド維持拡大に向けた養殖技術の開発 (H22～24)
- (2) 「徳島発」ワカメ生産復興支援事業 (H23)
- (3) 小松島市和田島地区のワカメ産地強化に向けた生産技術の開発 (H25～27)
(いずれも県単独事業)

まとめ

- ・ 雌雄別フリー配偶体を用いた新たなワカメ種苗生産技術「塗布法」を開発し、実用規模の種苗生産および養殖に初めて成功しました。
- ・ 従来の鳴門早生品種と、自県産南方系ワカメの雌雄フリー配偶体を用いた交雑により、従来よりも生長の早い実用品種の開発に初めて成功しました。

[関係質疑]

な し