

## 論文の要約

報告番号	甲 乙	第 8 号	氏名	棚田 教生
学位論文題目	ワカメの種苗生産と品種開発に関する研究			
論文の要約				
序論				
<p>ワカメ <i>Undaria pinnatifida</i> (Harvey) Suringar は、コンブ目チガイソ科ワカメ属に属する褐藻で、日本、韓国、中国などに分布する極東の特産種である (小河 2004)。国内では北海道から鹿児島県まで広く生育しており、全国で古くから食用海藻として利用されている (佐藤 2015)。戦後に各地で養殖の取り組みが始まったことを契機に生産量が飛躍的に増大し、現在では北海道から鹿児島県に至る太平洋、日本海および瀬戸内海沿岸の多くの道府県のほか、韓国や中国でも養殖業が営まれている (秋山・松岡 1986)。</p> <p>国内では、三陸地区の岩手県と宮城県、鳴門地区の徳島県と兵庫県が養殖ワカメの主産地となっている。徳島県は現在も全国第 3 位、西日本 1 位の生産量を誇るが、県下のワカメ生産量は、1991 年に過去最高の 15,584 トンを記録した後は減少の一途をたどり、近年は 6,000～6,800 トンで推移している (中国四国農政局徳島統計情報事務所 1993, 農林水産省中国四国農政局統計部 2015)。生産量の減少要因としては、高齢化および担い手不足による生産者数の減少のほか、近年は海域の高水温化や栄養塩不足などの影響で収穫期間が短くなったことが指摘されている (加藤・團 2010)。徳島県を代表するブランド水産物である「鳴門わかめ」の生産量の維持増大を図るため、養殖現場では早期に収穫量が確保できる新たな養殖品種の開発が求められている。</p> <p>ワカメ養殖の根幹となる種苗の生産技術については、成実葉から放出される遊走子を採苗器に着生させる従来の方法のほか、遊走子から発芽した配偶体を基質に着生させずに培養した「フリー(無基質)配偶体」を用いる種苗生産方法が知られている (秋山・松岡 1986)。特に、無数の遊走子の中から 1 遊走子起源の雌、雄に分離したフリー配偶体を用いる方法では、生産された種苗は遺伝的に均一に近いと考えられるほか、異なる親藻由来の雌、雄配偶体を任意に交配することができるなど、養殖品種の改良も容易となる (石川 1992)。また、雌雄に分離したフリー配偶体は長期間の保存や時機に応じた拡大培養が容易であることから、毎年成実葉から採苗する労力が不要となる。このように当方法は多くの優れた長所を有するが、着生力がほとんどない配偶体を基質に確実に着生させる技術が確立されていなかったため、実用化には至らなかった。</p> <p>本研究では、「鳴門わかめ」の生産安定化に資する種苗生産技術および新品種を開発することを目的に、室内外での試験調査を実施した。その結果、従来よりも確実性が高く、生産効率の優れた新たなフリー配偶体種苗生産技術の開発および大規模種苗生産に初めて成功するとともに、それらの種苗を用いた現場での産業規模の養殖が可能であることを実証した。また、開発した種苗生産技術を用いて、暖海性の天然ワカメと鳴門産の在来品種を交雑することにより、在来品種よりも生長が早い新品種の開発に初めて成功した。そして、</p>				

これらの調査研究の結果を踏まえ、現在の徳島県沿岸の屋外種苗生産環境および養殖漁場環境に適応したワカメの効果的な種苗生産技術と新品種および今後の方向性について提言した。

## 第1章 フリー配偶体を用いた大規模種苗生産法の開発

配偶体を基質に効率よく着生させるために、配偶体液を基質に直接塗り付ける「塗布法」を考案し、種糸 8,640 m 分の小型採苗器に塗布した。これらの種苗をボトル容器で室内培養した結果（以下「室内ボトル方式」）、種糸 8,203 m（歩留まり 94.9%）の大規模種苗生産に成功した。また、これらの種苗を用いて気仙沼湾で養殖し、収穫した約 400 kg のワカメは、三陸地区わかめ全国共販入札会に塩蔵ワカメ商品として出荷された。収穫したワカメの大型個体の平均葉長は 180.3 cm、平均葉重は 422 g であり、従来の三陸系種苗と同等の生長および品質を示した。これらの結果から、室内ボトル方式によるフリー配偶体種苗生産法の実用性が実証された。

一方、室内ボトル方式では空調設備等を備えた施設が必要となるため、より生産現場で取り組みやすい方法として、鳴門市沿岸で従来から用いられている屋外陸上水槽および大型採苗器を活用する種苗生産技術（以下「屋外水槽方式」）の開発を目指した。室内ボトル方式と同様に、塗布法により配偶体を種糸 2,000 m 分の大型採苗器に着生させ、鳴門市沿岸の屋外種苗生産施設で種苗を培養した結果、種糸 1,600 m（歩留まり 80.0%）以上の大規模種苗生産に成功した。これらの種苗は鳴門市北泊地先で養殖され、従来の鳴門産種苗と同等の生長および品質を示した。2月13日までに収穫された 3,716 kg のワカメは生ワカメとして徳島市中央卸売市場に、2月15日以降は主に塩蔵ワカメとして県内外の加工業者および一般消費者に、それぞれ従来の鳴門産ワカメと同等の価格で販売された。これらの結果から、屋外水槽方式によるフリー配偶体種苗生産法の実用性が実証された。

## 第2章 暖海性天然ワカメと鳴門産養殖品種の交雑による品種改良

### 第1節 鹿児島県指宿産ワカメを用いた品種改良

鳴門海域で養殖されている極早生品種  $N_1$  と鹿児島県産の天然ワカメ  $K_n$  の雌雄フリー配偶体を正逆交雑して得られた2種苗 ( $N_1 \text{♀} K_n \text{♂}$ ,  $K_n \text{♀} N_1 \text{♂}$ ) と、各親藻の自殖種2種苗 ( $N_1 \text{♀} N_1 \text{♂}$ ,  $K_n \text{♀} K_n \text{♂}$ ) を生産し、鳴門市沿岸で2010年11月30日から2011年3月7日まで養殖試験を実施した。その結果、正交雑種の  $N_1 \text{♀} K_n \text{♂}$  が、葉長、葉重ともに養殖期間を通じて最も大きな値を示し、鳴門海域での早期収穫期にあたる1月25日と2月7日においては、在来品種の  $N_1 \text{♀} N_1 \text{♂}$  と比べて明瞭な有意差が認められた。これとは対照的に、逆交雑種の  $K_n \text{♀} N_1 \text{♂}$  は、期間を通じて他の3種苗よりも生長が遅かった。

一般にワカメの葉質は滑らかなものが高品質とされており、葉状部表面の皺が多い形質は商品化に向けて好ましくないとされている（加藤・團 2010）。交雑種の  $N_1 \text{♀} K_n \text{♂}$  および  $K_n \text{♀} N_1 \text{♂}$  は、葉状部表面の平均皺密度がそれぞれ 22.5 と 24.7 で、鹿児島種苗  $K_n \text{♀} K_n \text{♂}$  の 60.7 と比較すると葉質の改善が認められたものの、在来品種  $N_1 \text{♀} N_1 \text{♂}$  の 14.2 には達しなかった。

本研究の結果から、鳴門産極早生品種  $N_1$  の雌配偶体と鹿児島県産天然ワカメ  $K_n$  の雄配偶体の交雑による一代雑種は、 $N_1$  の自殖種  $N_1 \text{♀} N_1 \text{♂}$  だけでなく、導入した鹿児島種苗  $K_n \text{♀} K_n \text{♂}$  も上回る生長を示すことが明らかになった。このことから、暖海性天然ワカメを用いた種内の交雑育種法は、一代雑種のヘテロシスにより、従来の導入育種法を上回る効果があり、早期収穫用養殖品種の育種に非常に有効な方法であることが実証された。一方、

同じ親藻を用いても、雌雄配偶体の組合せが逆の一代雑種では期待する効果が全く得られなかったことから、交雑育種では雌雄配偶体の組合せが極めて重要であると考えられた。

## 第2節 徳島県椿泊産ワカメを用いた新品種の開発

鳴門海域で養殖されている早生品種  $N_2$  と鹿児島県産の天然ワカメ  $Kn$  および徳島県椿泊産の天然ワカメ  $Tn$  の雌雄フリー配偶体を交雑して得られた2種苗 ( $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$ ,  $N_2 \text{♀} Kn \text{♂}$ ) と、 $N_2$  の自殖種  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  を生産し、鳴門市沿岸で2013年10月30日から2014年3月27日まで養殖試験を実施した。その結果、椿泊産との交雑種  $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  が、葉長、葉重ともに養殖期間を通じて最も大きな値を示し、一代雑種のヘテロシスが認められた。鳴門海域での収穫期の前半および盛期にあたる2月4日と3月6日に採取した計20個体の標本の測定値を検定した結果、 $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  の葉重は、在来品種  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  と比べて有意に大きかった。

品質面では、鹿児島産との交雑種  $N_2 \text{♀} Kn \text{♂}$  は、期間を通じて、葉状部表面の皺密度が在来品種  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  と比べて有意に高いだけでなく、色調を示すSPAD値の値も低かった。これに対し、椿泊産との交雑種  $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  は、3月上旬までは在来品種  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  より皺密度がやや高いものの大きな差は認められず、3月下旬には逆に  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  より低くなった。また、SPAD値においても、3月上旬までは  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  と同等の値で、3月下旬には  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  より高い値となった。これらの結果から、椿泊産との交雑種  $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  は、品質面においても在来品種と遜色のない水準であることが明らかになった。

鳴門海域での養殖試験により、鳴門産早生品種  $N_2$  の雌配偶体と椿泊産天然ワカメ  $Tn$  の雄配偶体の交雑による一代雑種  $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  は、在来品種  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  を大きく上回る生長を示すとともに、品質面でも  $N_2 \text{♀} N_2 \text{♂}$  と同等の水準に達したことから、早期収穫用の新たな養殖品種として実用可能であると判断された。

## 付 論 ワカメ養殖の生産安定化に向けた技術の提言

種苗生産技術については、本研究で開発したフリー配偶体を用いる屋外水槽方式に移行することを提案する。これにより、従来法と比べて種苗生産の安定化および省力化が図られる。また、簡易な空調設備と培養棚を整備することによって、培養条件を制御できる室内ボトル方式の導入が可能となり、より生産の安定化と生産期間の短縮が図られる。さらに、1遊走子起源の雌雄フリー配偶体を用いると、遺伝的に均一に近い種苗を生産できるため、優良な形質をもつワカメの配偶体を一度保存すれば、生長および品質の安定したワカメを毎年生産することが可能となる。

養殖品種については、本研究で開発した新品種  $N_2 \text{♀} Tn \text{♂}$  を導入することにより、収穫期の早期から収穫量の増大が期待できるとともに、従来の収穫期よりも早期から収穫を開始することも可能となり、収穫期後半の栄養塩不足による藻体の色落ちのリスクを軽減することができる。一代雑種である新品種の種苗生産には、雌雄のフリー配偶体を用いる種苗生産技術が必須であることから、新品種導入の観点からも、当種苗生産技術を導入する利点は大きい。

現在の徳島県沿岸の屋外種苗生産環境および養殖漁場環境に適応した上記の種苗生産技術と新品種を現場に導入していくことで、本県の代表的ブランドである鳴門わかめの生産安定化に繋がるものと考えられる。

## 文献

秋山和夫 (1992) ワカメ. 「食用藻類の栽培」(三浦昭雄編), 恒星社厚生閣, 東京, pp. 35-42.

- 秋山和夫・松岡正義 (1986) ワカメ. 「浅海養殖」(社団法人資源協会編著), 大成出版社, 東京, pp. 541-566.
- 中国四国農政局徳島統計情報事務所 (1993) 平成3年～4年徳島農林水産統計年報 水産編, p. 42, p. 46.
- 石川 豊 (1992) 雌雄各 1 遊走子起源の配偶体から得られたワカメの形態について. 水産育種, 18, 25-32.
- 加藤慎治・團 昭紀 (2010) 鳴門海域で養殖された国内 8 海域産のワカメ種苗の生長と形態. *Algal Resources*, 3, 19-26.
- 農林水産省中国四国農政局統計部 (2015) 平成 25～26 年徳島農林水産統計年報, p. 204.
- 小河久朗 (2004) ワカメ. 「有用海藻誌」(大野正夫編著), 内田老鶴圃, 東京, pp. 42-58.
- 佐藤純一 (2015) わかめの生態と養殖. 「わかめ入門」(改訂 3 版), 日本食糧新聞社, 東京, pp. 8-35.