

## 気仙沼湾で継代養殖した対馬系ワカメ6世代の生長と形態特性

三枝 美穂<sup>\*1</sup>・熊野 芳明<sup>\*1</sup>・塚田 輝夫<sup>\*2</sup>

Growth and Morphological Characteristics of the six generations of Wakame *Undaria pinnatifida*  
from Tsushima cultivated in Kesenuma Bay

Miho SAIGUSA<sup>\*1</sup>, Yoshiaki KUMANO<sup>\*1</sup> and Teruo TSUKADA<sup>\*2</sup>

キーワード：ワカメ，対馬，継代養殖，生長，形態特性

宮城県は全国第2位の養殖ワカメ生産量があり<sup>1)</sup>，養殖ワカメの主産地であるが，内湾漁場のワカメは外洋漁場のものよりも評価が低く，対策が求められている。そこで日下ら<sup>2)</sup>は，2002～2004年度に養殖試験を行い，従来の種苗よりも生長が良好で成実葉（メカブ）の形成時期が早く，内湾漁場における早期収穫用種苗（早種）として有効な長崎県対馬系種苗（以下対馬）を作出した。

一方ワカメ養殖業者からは，他地区から導入した種苗は継代養殖することにより元の形態が失われ，導入先で従来養殖されている種苗と同じような形態をもつワカメになることがあるといわれている。対馬ではF1～F3までの3年間の継代養殖による明らかな劣化は認められていない。ただし年によって環境条件が異なることが想定されるので，同時に養殖試験をしてその生長と形態特性を確認する必要がある。またF4以降の継代養殖による影響は把握されておらず，何世代まで対馬の生長及び形態特性が維持されるのかを把握することが課題になっている。

そこで本研究では，まず対馬F1～F3の生長及び形態特性を同時養殖試験により確認し，次にF4～F6までの継代養殖試験により，その生長及び形態特性が何世代まで維持されるのかを明らかにすることを目的とした。

### 材料と方法

#### 1 対馬F1～F3の同時養殖試験（2005年度実施）

対馬F1～F3の種苗は2002～2004年度に保存された配偶体を用いて以下の手順で得た。2005年9月に配偶体を細断して種苗糸（クレモナ糸）に着生させた後，およそ5mmの幼芽に生長させた。その後，気仙沼湾に移して海中で育苗を行った（図1）。11月11日に40cm間隔で種苗糸をロープに挟み込み，気仙沼湾ホッキ島近傍で翌年3月まで養殖試験を行った。ロープは各試験区の養成水深が一定（およそ20-100cm）になるように浮き玉と重りで調整して延縄式に設置した。その後ワカメの仮根がロープに活着し，全長がおよそ30cmに生長した時点で，1株あたりの本数が約15本になるように調整した。

挟み込み後，3月まで月1回，生長良好な任意の10個体を採取して全長と成実葉重量（茎状部を含む）を測定した（図2）。形態比較が可能となる全長70cm以上<sup>3)</sup>の個体（25～30個体）に関しては葉長，葉幅，欠刻幅，最大裂葉中央部の葉厚，中肋幅も測定した。生長は全長の推移によって判断し，成実葉の形成は成実葉重量で把握した。形態比較には，遺伝的に安定している葉厚，欠刻幅/葉幅，欠刻幅/全長，葉長/全長，中肋幅/全長<sup>3-4)</sup>の形態指標を用いた。葉厚は葉質を表し，欠刻幅/葉幅は葉形，葉長/全長はワカメ製品の歩留まりを表す有効な指標である<sup>5)</sup>。葉厚

<sup>\*1</sup>水産技術総合センター気仙沼水産試験場，<sup>\*2</sup>同センター内水面水産試験場

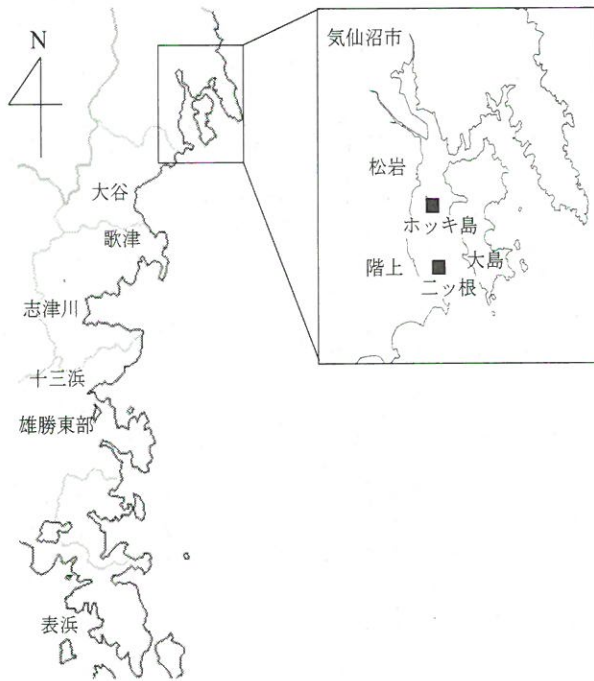


図1 養殖試験場所および聞き取り調査地区  
 ■は養殖試験場所を示す。  
 (Craft MAP 宮城県白地図一部を加工)

はより大きい値、欠刻幅/葉幅はより小さい値を示す藻体が高く評価される<sup>2)</sup>。なお世代間の差の検定には多重比較検定 (Tukey) を行った。

## 2 継代養殖試験

### 1) 対馬F4の継代養殖試験 (2005年度実施)

対馬F3を対照区として、F4の継代養殖試験を気仙沼湾ホッキ島近傍で行った。F3の種苗は前述の同時養殖で用いた種苗を使用した。F4の種苗は2004年度に養殖試験を行ったF3の成実葉から採苗を行って得た。挟み込みは2005年11月11日に行い、以下同時養殖試験と同様である。また対馬F3とF4の差の検定には $t$ 検定を用いた。

### 2) 対馬F5の継代養殖試験 (2006年度実施)

2005年度試験で用いた対馬F2, F4の成実葉からそれぞれ採苗し、対馬F3を対照区として、F5の継代養殖試験を気仙沼湾ホッキ島近傍で行った。2006年11月9日に挟み込みを行い、以下養殖試験及び測定は2005年度試験と同じ方法で実施した。ただし測定には任意の1株を選出し、その中で全長の長い10個体を用いた。また対馬F3とF5の差の検定には $t$ 検定を用いた。

### 3) 対馬F6の継代養殖試験 (2007年度実施)

2006年度試験で用いた対馬F3, F5の成実葉からそれぞれ採苗し、対馬F4を対照区として、F6の継代養殖試験を気仙沼湾二ツ根で行った。挟み込みは2007年11月5日に行い、以下養殖試験及び測定は2005年度試験と同様な方法で行った。ただし、測定には連続した3株を刈り取って、その中で全長の長い10個体を用いた。また3月には末枯れが顕著に見られたため、測定は2月で終了した。対馬F4とF6の差の検定には $t$ 検定を用いた。

## 3 ワカメ養殖業者の対馬に対する評価

### 1) 2005年度調査

2005年に県内北部6地区 (松岩, 大島, 階上, 大谷, 歌津, 志津川), 中部3地区 (十三浜, 雄勝東部, 表浜) 計13名のワカメ養殖業者に対馬F4の養殖を依頼し、収穫後に対馬F4の生長, 成実葉の形成, 葉状部の形態, 今後の使用希望について聞き取り調査を行った。

### 2) 2007年度調査

生産規模で対馬を使用している漁業者3名 (大島, 階上, 大谷地区) に2008年の収穫時期1~2月に、対馬の評価, 用途, 養殖開始時期と収穫時期について聞き取り調査を行った。

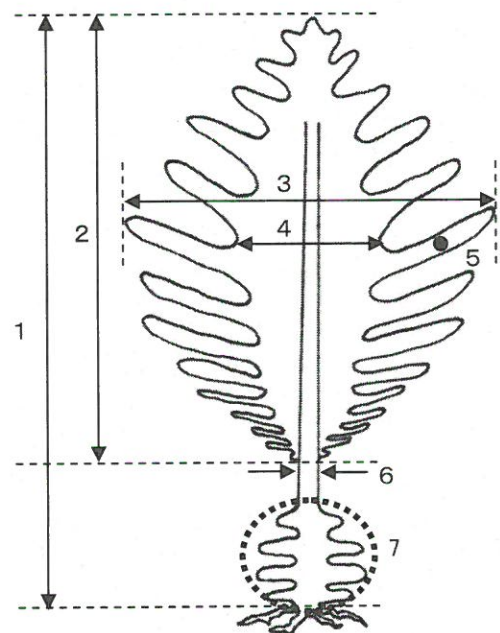


図2 ワカメの測定部位  
 1: 全長 2: 葉長 3: 葉幅 4: 欠刻幅  
 5: 葉厚 6: 中肋幅 7: 成実葉重量

また大島地区の同一漁場（水深3m）で養殖された対馬と他の早種（以下大島）の形態比較を行った。これらは2007年10月2日に種苗糸をロープに巻きつける方法で養殖が開始されたものである。2008年1月9日に生長良好な任意の各10個体を採取した。ロープ1mあたりのワカメの本数は対馬が59本、大島が62本であった（3ヶ所の平均値）。形態測定は継代養殖試験と同様な方法で行った。また両者の形態に関する有意差の有無についてt検定を行った。

## 結 果

### 1 対馬F1～F3の同時養殖試験

各月の全長の平均値を図3に示した。F1～F3までいずれの世代も採苗から種苗の育成まで同様に管理したが、挟み込み時の全長はF2が11.4cm、F3が13.7cmであったのに対し、F1が3.6cmと小型であった。その後、F1は1月に全長が78.2cmになり、2月、3月もほぼ同じ大きさで推移した。F2とF3は2月まで全長の増大が認められ、2月の全長はF2が175.2cm、F3が175.3cmとほぼ同じ大きさであった。3月になるとF2とF3の全長は2月と同じまたは小さい値を示した。これは3月には末枯れ量が生長量より大きくなる<sup>6)</sup>ためと推測された。そこで2月の全長を世代間で比較すると、F1は他の世代と有意な差が認められ（ $p<0.01$ ）、明らかに小型であった。成実葉は1月の測定時から確認され、2月、3月と経過するにしたがって重量は増加した（図4）。2月の成実葉重量は、F1は48.5g、F2は64.9g、F3は84.2gと世代が進むにしたがって増加傾向を示し、F1とF3の間で有意な差が認められた（ $p<0.05$ ）。

形態指標の平均値とそれぞれの世代間での差の検定結果を表1に示した。F2とF3間の葉厚および中肋幅/全長の指標以外は有意な差が認められた（ $p<0.05$ ）。F2はF1よりも葉厚がやや薄く、欠刻幅/葉幅、欠刻幅/全長および中肋幅/全長の値は小さく、葉長/全長は大きな値を示した。F3

表1 対馬F1～F3の各形態指標の平均値±標準偏差（上段）と世代間の検定結果（下段）（Tukeyの多重比較）  
N：測定数 -：5%危険率で有意差なし +：5%危険率で有意差あり ++：1%危険率で有意差あり

	葉厚(mm)	欠刻幅/葉幅	欠刻幅/全長	葉長/全長	中肋幅/全長
F1(N=25)	0.25±0.02	0.20±0.03	0.24±0.10	0.77±0.03	0.030±0.005
F2(N=30)	0.24±0.02	0.14±0.03	0.07±0.02	0.88±0.03	0.022±0.004
F3(N=28)	0.23±0.02	0.23±0.04	0.12±0.03	0.80±0.04	0.021±0.005
F1-F2	+	++	++	++	++
F1-F3	++	++	++	++	++
F2-F3	-	++	++	++	-

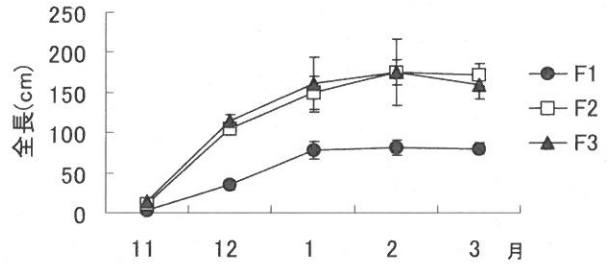


図3 対馬F1～F3の全長推移  
鉛直直線は標準偏差

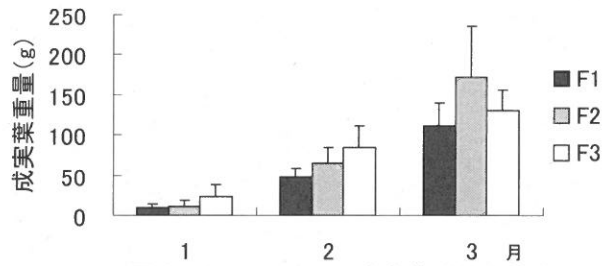


図4 対馬F1～F3の成実葉重量の推移  
鉛直直線は標準偏差

はF2よりも欠刻幅/葉幅および欠刻幅/全長の値は大きく、葉長/全長は小さな値を示した。

### 2 継代養殖試験

#### 1) 対馬F4の継代養殖試験

挟み込み時の全長は、F3が13.7cm、F4が11.5cmであり、その後2月まで同様な生長を示し、2月の全長はF3が175.3cm、F4が181.8cmとなった（図5）。3月になると、F4は全長の増大がみられたが、F3は2月より小さな値を示し、末枯れの影響が考えられた。成実葉重量は1月と2月はF3とF4でほぼ同じ値を示し、3月になるとF4は147.0gとF3の131.0gよりやや大きくなった（図6）。またF3とF4の間で形態指標の結果を比較すると、葉厚（ $p<0.05$ ）と葉長/全長（ $p<0.01$ ）で有意な差が認められた（表2）。F4はF3より葉がやや厚く、全長に対する葉長の占める割合が高かった。

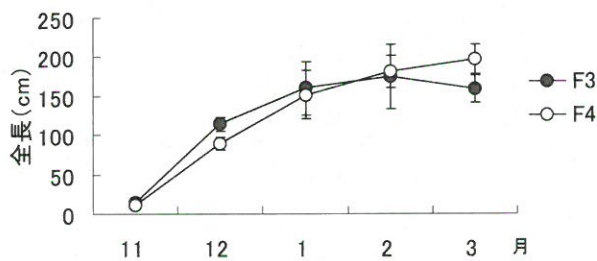


図5 対馬F3とF4の全長推移  
鉛直直線は標準偏差

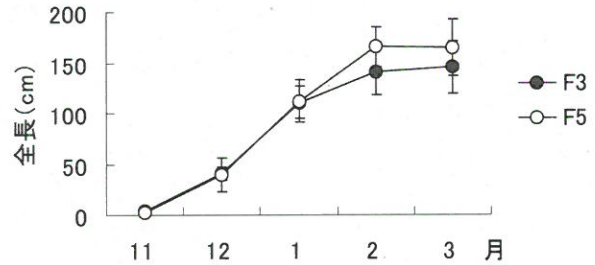


図7 対馬F3とF5の全長推移  
鉛直直線は標準偏差

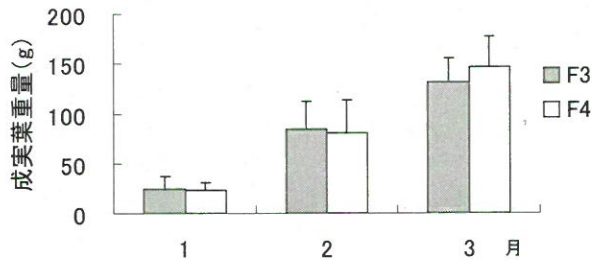


図6 対馬F3とF4の成実葉重量の推移  
鉛直直線は標準偏差

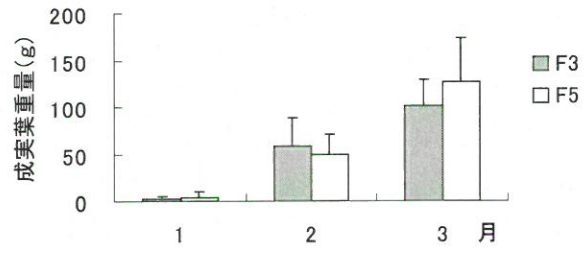


図8 対馬F3とF5の成実葉重量の推移  
鉛直直線は標準偏差

2) 対馬F5の継代養殖試験

全長の平均値の推移を図7に示した。挟み込み時の全長は、対馬F3が4.1cmでF5が3.2cmであった。F3、F5ともに1月まで同様な推移を示したが、2月にはF3が140.5cmであったのに対し、F5が165.4cmとなり、有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。3月には両者とも2月とほぼ同じ大きさで推移し、2005年度試験と同様に末枯れの影響が考えられた。成実葉重量は、2月の平均値はF3が58.1gでF5が49.0gであったが、3月には逆にF5が126.2gを示し、F3の101.5gより大きな値となった (図8)。形態指標の平均値とF3とF5の差の検定結果を表3に示した。欠刻幅/葉幅、欠刻幅/全長

および葉長/全長でそれぞれ有意差が認められた ( $p < 0.01$ )。F5はF3よりも葉幅や全長に対する欠刻幅の割合が高く、全長に対して葉長の割合が小さかった。

3) 対馬F6の継代養殖試験

図9に全長の推移を示した。挟み込み時の全長は、対馬F4が3.3cm、F6が4.1cmであった。全長は12月ではほとんど差がなかったが、1月にF6はF4を上回り、2月にはF6が152.0cmであったのに対して、F4は135.7cmに止まった。成実葉重量は1月にはほとんど差がなかったが、2月にはF6が88.6gで、F4の71.1gをやや上回った (図10)。

形態指標の平均値と対馬F4とF6の差の検定結果を表4

表2 対馬F3とF4の各形態指標の平均値±標準偏差(上段)と世代間の検定結果(下段)( $t$ 検定)

N:測定数 - :5%危険率で有意差なし + :5%危険率で有意差あり ++ :1%危険率で有意差あり

	葉厚(mm)	欠刻幅/葉幅	欠刻幅/全長	葉長/全長	中肋幅/全長
F3(N=28)	0.23±0.02	0.23±0.04	0.12±0.03	0.80±0.04	0.021±0.005
F4(N=29)	0.24±0.02	0.23±0.04	0.12±0.03	0.86±0.04	0.022±0.005
F3-F4	+	-	-	++	-

表3 対馬F3とF5の各形態指標の平均値±標準偏差(上段)と検定結果(下段)( $t$ 検定)

N:測定数 - :5%危険率で有意差なし + :5%危険率で有意差あり ++ :1%危険率で有意差あり

	葉厚(mm)	欠刻幅/葉幅	欠刻幅/全長	葉長/全長	中肋幅/全長
F3(N=30)	0.19±0.04	0.23±0.08	0.10±0.02	0.89±0.02	0.019±0.006
F5(N=30)	0.17±0.04	0.31±0.12	0.15±0.06	0.83±0.04	0.019±0.007
F3-F5	-	++	++	++	-

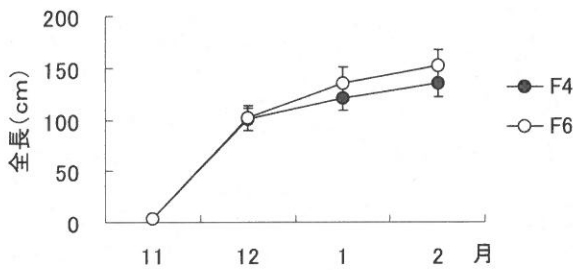


図9 対馬 F4 と F6 の全長推移  
鉛直直線は標準偏差

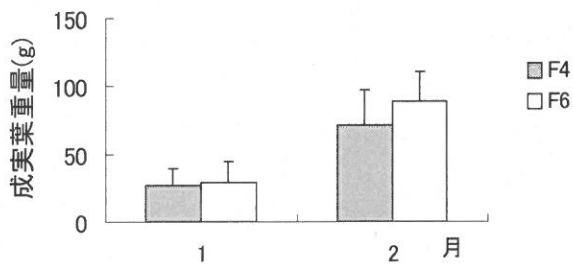


図10 対馬 F4 と F6 の成実葉重量の推移  
鉛直直線は標準偏差

に示した。欠刻幅/葉幅、欠刻幅/全長および葉長/全長で両者に有意な差が認められた ( $p < 0.01$ )。対馬F6はF4に比べて、葉幅や全長に占める欠刻幅の割合が大きく、全長に対する葉長の割合が小さいという結果になった。

### 3 対馬産種苗に対するワカメ養殖業者の評価

#### 1) 2005年度調査

聞き取り調査は北部3地区(大島, 大谷, 志津川) 5名, 中部3地区4名の合計9名から有効回答が得られた(表5)。残り4名は種苗の脱落等で評価ができなかった。生長では9名が, 成実葉の形成では8名が非常に良好又は良好と高く評価した。一方, 葉状部に関しては6名が良好, 3名があまり良好でない又は良好でないという低い評価になった。また8名が今後の使用を希望するとの回答だった。

#### 2) 2007年度調査

対馬に関する聞き取り調査の結果, 3漁場で使用している種苗は対馬F4~F6のものであり, 3漁場とも成実葉が大きくなることから成実葉の評価が高かった。一方, 葉は薄く, 他の早種と同程度かやや劣るとのことであった。用途は早種として利用され, 成実葉は生メカブとして, 葉状部は湯通し塩蔵ワカメとして出荷された。養殖開始時期は10月2日が最も早く, 次いで15日, 22日に行われた。収穫は成実葉が1月4日~1月中旬に, 湯通し塩蔵ワカメ用には主に1月下旬に行われた。

大島地区で養殖された対馬と大島の形態測定の結果を表6に示した。対馬と大島では中肋幅/全長以外の指標で有意な差が認められた ( $p < 0.05$ )。特に成実葉重量は141.3g

表4 対馬 F4 と F6 の各形態指標の平均値±標準偏差(上段)と検定結果(下段)( $t$ 検定)

N: 測定数 - : 5%危険率で有意差なし + : 5%危険率で有意差あり ++ : 1%危険率で有意差あり

	葉厚(mm)	欠刻幅/葉幅	欠刻幅/全長	葉長/全長	中肋幅/全長
F4(N=30)	0.21±0.02	0.20±0.04	0.10±0.02	0.88±0.03	0.019±0.005
F6(N=30)	0.20±0.03	0.27±0.08	0.13±0.03	0.85±0.02	0.016±0.006
F4-F6	-	++	++	++	-

表5 対馬 F4 に対する漁業者の評価(数字は評価人数を示す。)

◎; 非常に良好 ○; 良好 △; あまり良好でない ×; 良好でない

	◎	○	△	×	内容
生長	5	4	0	0	地種(漁業者が継代している種苗)より早い(大谷)。伸び, 生長は良い(十三浜, 表浜)。他の早種と変わらない(雄勝東部)。芽出しが早く, 地種より良い(志津川)。
成実葉	6	2	1	0	大きくなる(大島, 十三浜, 表浜)。地種と変わらない(志津川)。地種より一回り小さく思えた(志津川)。肉厚で良い(大谷)。種が薄ければ大きいものが取れると思う(雄勝東部)。
葉状部	0	6	2	1	薄い(大谷, 十三浜, 表浜)。葉の長さがあった(大島, 志津川)。大きくなる(志津川)。葉が厚く, 形も良い(志津川)。他の早種と変わらない(雄勝東部)。

表6 対馬と大島の早種の各形態指標の平均値±標準偏差(上段)と検定結果(下段)(*t*検定)

N:測定数 - :5%危険率で有意差なし + :5%危険率で有意差あり ++ :1%危険率で有意差あり

	全長(cm)	成実葉重量(g)	葉厚(mm)	欠刻幅/葉幅	欠刻幅/全長	葉長/全長	中肋幅/全長
対馬(N=10)	167.3±18.5	141.3 ±18.7	0.22±0.04	0.29±0.08	0.17±0.05	0.87±0.03	0.024±0.006
大島(N=10)	147.9±13.6	65.1±8.6	0.25±0.02	0.21±0.05	0.12±0.02	0.91±0.02	0.019±0.004
対馬-大島	++	++	+	++	++	++	-

になり、大島よりも2倍以上大きかった。一方、葉の厚さはやや薄く、葉幅や全長に対する欠刻幅の占める割合が高かった。

### 考 察

対馬F1~F6の月別の全長を比較すると、F1は他の世代よりも小型であったが、F2~F6までは同様な推移であった。成実葉形成ではF1~F3までは世代を経るにしたがって2月の成実葉重量は増加傾向を示し、F4~F6でも対照区と比較して同等な成実葉重量が認められた。また全長や成実葉重量の最大値はF4~F6では対照区を上回る結果になった。これらの結果より、対馬の生長及び成実葉の形成は、F6までの継代養殖による負の影響はみられず、維持されることが明らかになった。ワカメの生長は種苗の系統によって異なることが知られている<sup>7)</sup>。また、世代が進むほど初期の生長は早くなる傾向にあることが報告されている<sup>8)</sup>。対馬は継代養殖試験の中で、生長の良好なワカメが選抜されてきており、継代することで良好な生長を有する種苗を確保でき、維持できる可能性が示された。

一方、形態指標の値は世代間で差がみられ、葉厚はF3まで世代を経てやや薄くなる傾向を示し、葉幅や全長に対する欠刻幅の割合はF3、F5及びF6で前の世代より大きくなり、継代養殖により葉の切れ込みが浅くなる傾向を示した。なお葉長/全長も世代間で差が認められたが、継代養殖によって一定の傾向はみられなかった。日下ら<sup>2)</sup>は、F3はF2に比べて葉厚が減少、欠刻幅/葉幅が増大し、形質がやや劣化した傾向が認められると報告しており、今回の試験でもほぼ一致した結果が得られた。石川<sup>8)</sup>は、雌雄各1遊走子起源の配偶体1組から得られた種苗を同一海域で4年間継代養殖を行った結果、F2またはF3から形態指標値に差異を生じ、特に葉厚と欠刻幅/葉幅の変化が著

しく、葉厚は世代を経て薄くなる傾向を報告している。

本研究では複数の成実葉を母藻として養殖試験に使用したため、より遺伝的多様性が高いと考えられるが、継代養殖において葉厚や欠刻幅/葉幅に差異が生じたことは一致し、特に葉の切れ込みは変化が生じやすい形態と考えられる。また、ワカメの形態は同じ湾に生育するワカメでも外海と内湾では形態が異なり<sup>9)</sup>、体長(全長)に対する栄養葉の中肋欠刻間の最大長(欠刻幅のうち葉の切れ込みから中肋までの部分)は、ワカメ(内湾型)では大きな値、ナンブワカメ(外海型)では小さな値として2型の間で明らかに区別ができる<sup>4)</sup>。日下ら<sup>10)</sup>は同一種苗のワカメを養殖すると外洋部では葉厚、葉長/全長が、内湾部では欠刻幅/葉幅、欠刻幅/全長がそれぞれ大きくなることを報告している。対馬の形態は継代するにしたがい、葉がやや薄く、葉の切れ込みが浅くなる傾向を示し、内湾型のワカメの特徴がより強く表れたといえる。このことから継代養殖において、ワカメの形態は養殖漁場の環境の影響を受けて、多少変化する可能性が示唆された。

対馬に対する漁業者からの聞き取り調査では、生長が良好で成実葉が大きくなるという評価の一方、葉が薄いこと、漁場によっては他の早種と変わらないといった評価もあった。これらは継代養殖試験とほぼ同様な結果であり、日下ら<sup>2)</sup>が行った対馬F3の聞き取り調査結果を裏付ける評価であった。

以上のことにより、対馬の生長及び成実葉の形成は、F6までの継代養殖において維持されることが明らかになった。しかし葉厚を含む形態については、継代養殖において多少の変化が認められた。対馬F3はその特長から“早苗”と命名され、内湾漁場の漁業者に早種として使用されている。成実葉の収穫を目的に対馬を使用する場合は、少なくともF6までの継代養殖は問題ないと考える。ただし葉状部を出荷する場合は、漁場の条件によっては継代

養殖による形態変化の可能性があることに留意する必要がある。

## 要 約

2002～2004年度に作出された早期養殖用種苗として有効な対馬系種苗の生長及び形態特性が何世代まで維持されるのかを明らかにするため、気仙沼湾においてF1～F3の同時養殖試験及びF4～F6の継代養殖試験を行った。

- 1) 2005年度に行った同時養殖試験では、F1は他の世代より明らかに小型になり、F2とF3では同様な生長が認められた。成実葉重量は世代を経るにしたがって大きくなる傾向を示した。形態の比較では、世代間で差異がみられ、特に葉は世代を経てやや薄くなる傾向を示し、葉幅や全長に対する欠刻幅の割合はF2と比較してF3で大きくなった。
- 2) 2005～2007年度に行った継代養殖試験では、3世代とも対照区と同様な生長及び成実葉形成が認められ、全長と成実葉重量の最大値は対照区を上回る結果になった。形態の比較では葉幅や全長に対する欠刻幅の割

合がF5, F6で大きくなった。

- 3) 漁業者の対馬に対する評価は、生長及び成実葉に関しては高かったが、葉は薄く葉状部に対しては高くなかった。
- 4) 対馬の生長及び成実葉の形成はF6までの継代養殖において維持されることが明らかになった。しかし葉状部を出荷する場合は、漁場の条件によっては継代養殖による形態変化の可能性があるので留意する必要がある。

## 謝 辞

本研究を実施するにあたり、終始有益な助言を賜りました宮城県東部地方振興事務所日下啓作技術主査に深く謝意を表します。また貴重な漁場を養殖試験に提供して頂いた宮城県漁業協同組合、聞き取り調査におけるワカメ養殖業者の皆様の御協力に心より感謝申し上げます。最後に本研究推進に御協力頂いた気仙沼水産試験場職員諸氏に厚くお礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 平成16年 漁業・養殖業生産統計年報. 平成18年11月, 農林水産省統計部, 231pp.
- 2) 日下啓作・佐々木良・塚田輝夫・及川浩人 (2007) 寒暖8水域で採取, 育苗した天然ワカメ種苗の成長と形態. 宮城水産研報, 7, 17-28.
- 3) 石川豊 (1991) 養殖ワカメの量的形態の解析と把握. 水産育種, 16, 19-24.
- 4) 鬼頭鈞・谷口和也・秋山和夫 (1981) ワカメの形態変異について II. 松島湾産2型を母藻とする養殖個体の形態比較. 東北水産研報, 42, 11-18.
- 5) 石川豊 (1995) 藻類の量的形態の遺伝率の推定. 水産育種, 21, 3-13.
- 6) 西川博 (1967) 有明海におけるワカメ養殖の研究-V. 成長と末枯れについて. 水産増殖, 14 (4), 197-203.
- 7) 原素之・石川豊 (1988) 同一漁場で養殖したワカメの種苗による生長と形態の違い. 水産育種, 13, 29-33.
- 8) 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.
- 9) 谷口和也・鬼頭鈞・秋山和夫 (1981) ワカメの形態変異について I. 宮城県松島湾産ワカメ2型の生長と形態. 東北水産研報, 42, 1-9.
- 10) 日下啓作・菊田輝 (2002) 気仙沼湾におけるワカメ養殖種苗の形態差. 宮城水産研報, 2, 1-6.

附図 対馬 F1～F6 の外部形態 (測定したうち任意の1個体)。カッコ内に採取年月日を示した。



対馬 F1 (2006.1.12)



対馬 F2 (2006.1.12)



対馬 F3 (2006.1.12)



対馬 F4 (2006.1.12)



対馬 F5 (2007.2.13)



対馬 F6 (2008.2.25)