

ノート

ワカメ養殖における間引き手法の検討

押野 明夫*1・齋藤 憲次郎*1・庄子 充広*1・澁谷 和明*2・田邊 徹*1・

The effect of thinning out or thallus excision of cultured Wakame seaweed, *Undaria pinnatifida* for increase its production

Akio OSHINO, Kenjiro SAITO, Michihiro SHOJI, Kazuaki SHIBUYA and Toru TANABE

キーワード：ワカメ, 間引き

宮城県のワカメ養殖生産量（生換算）は、宮城県漁業協同組合共販実績¹⁻⁹⁾（図1）によると2011年以降は東日本大震災により3,400トンに急減したものの、震災後は迅速な養殖施設の復旧により、2012年と2013年には震災前の生産量に匹敵する13,000トン台まで復活し、それ以降は8,700～11,300トンで推移している。

県漁業協同組合共販でのワカメの取り扱い品目は、塩蔵ワカメ、生ワカメ、干しワカメであり、生ワカメは主に加工用として業者が購入しているが、その平均単価を県漁協共販実績でみると1月は、100円/kg以上になる傾向にあるものの数量はいずれの年も100トン未満とわずかで、入荷数量が増加する2月以降は年平均では概ね70～80円/kgで推移している。

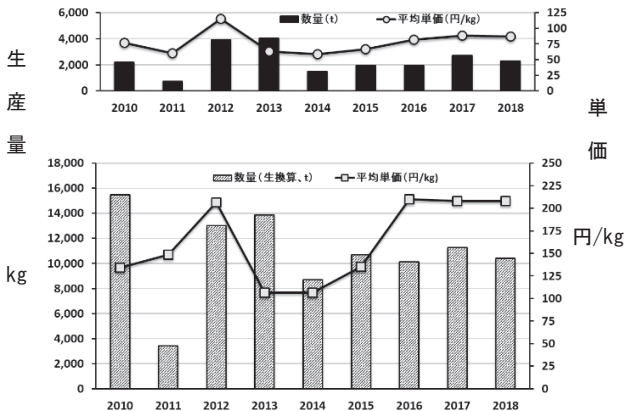


図1 宮城県における養殖ワカメの生産量と平均単価
上図：生出荷，下図：干しと塩蔵を含む生換算
（宮城県漁業協同組合共販実績による）

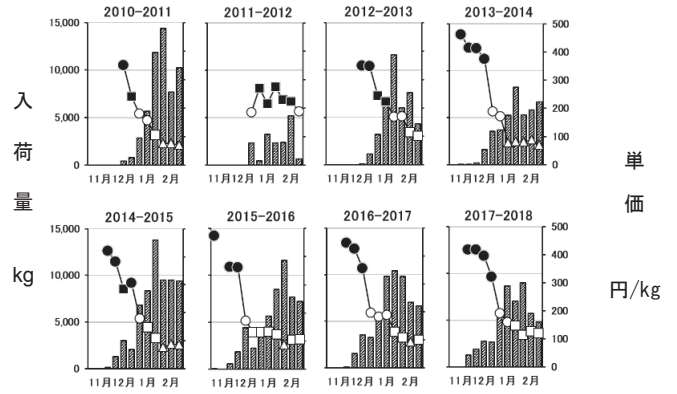


図2 気仙沼魚市場における養殖ワカメの生出荷量（縦棒）と平均単価（気仙沼魚市場入荷実績による）
△；100円/kg未満，□；100円/kg～150円/kg未満，
○；150円/kg～200円/kg未満，■；200円/kg～300円/kg未満，●；300円/kg以上

*1 水産技術総合センター気仙沼水産試験場，*2 仙台地方振興事務所水産漁港部

一方、魚市場に出荷された生食用と一部加工向けの生ワカメは気仙沼魚市場の入荷実績^{10~18)}によれば11月～12月に概ね300円/kg以上であり(図2)、これは入荷量が少ないことと葉が薄くて柔らかく商品価値が高いことから、高単価となっているとみられる。

需給によつての価格変動もあり出荷量の限度については検討が必要であるが、この時期に生ワカメの収量を増やすことが出来れば、漁業者の収益増につながると考えられる。しかしながら、間引きによつて収穫量が多くなることや葉質が良くなること等が漁業者から聞くことが多いが、現状としては、早取りワカメの収穫について漁業者の経験によるところが大きく、その方法は定まっていない。

内湾漁場および湾外漁場での種苗糸の挟み込み養殖の場合、適正な種苗密度とその密度調整方法について示されている¹⁹⁾が、ワカメのどの部位をどのように切り取るか等の具体的な内容は明らかではない。

そこで、収益性の高い早取り生ワカメ生産と商品価値の高いワカメの生産に向けて、密度調整方法として間引き部位を検討し、いくつかの知見が得られたので報告する。

材料と方法

平成29年11月下旬～平成30年3月中旬にかけて気仙沼湾内の気仙沼市階上地先の通称二つ根漁場において地元

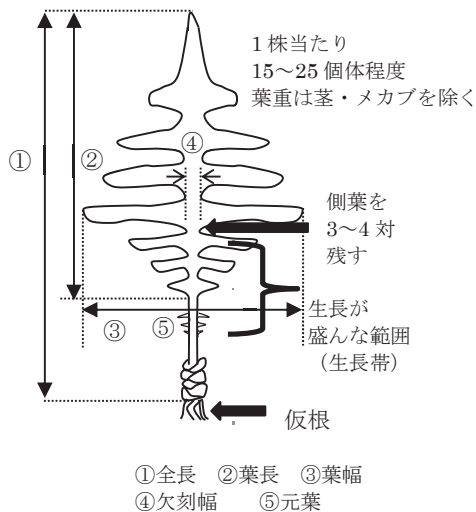


図3 ワカメの切除位置

漁業者間で優良系統として継代養殖されていたワカメ種苗を用いて以下の養殖試験を実施した。

間引きの際の切除位置は、仮根直上および生長帯上の側葉を3～4対を残した位置(以下生長帯上方)のいずれかとした。生長帯は葉状部の下部から茎への移行部にあり、葉状部を押し上げるように生長していくのは、コンブ科藻類特有の性質である²⁰⁾。

供試ワカメは10月下旬に葉長2～5cmの種苗を養殖施設に挟み込んで準備した。各試験区は概ね15～25個体/株の密度の5株ずつとした。株間隔は約40cmとし、同一株について時期を変えて調査することとした。

測定用のワカメの採取の際、ワカメの先枯れの多寡、切除部位や残存ワカメの仮根の色調等を観察した。また、測定の際に葉重量を測定するとともに目視と触感により個体毎に先枯れや水生動物の付着や寄生等で食用には適さないと判断した部分を除去後にも測定し、有用葉重量として記録した。試験区毎の合計値を有用収穫量として試験区間で比較した。

試験1 生長帯上方間引きによる収穫量増加効果試験

12月4日に全個体の生長帯上方で側葉を3～4対残して切除する(図3)ことによる間引きを全個体で行い(以下、生長帯上方切除区)、間引きしない通常養殖区との収穫量と比較した。

ワカメの測定は、12月下旬に生長帯上方切除区の間収穫と測定を行い、2月に両区の全量を採集して重量等の測定を行った。

試験2 個体密度低減間引きによる収穫量増加効果試験

11月28日～12月1日に比較的小さい幼葉(概ね110cm未満)を除去することで間引きとし、大葉(概ね全長110～180cm)10個体/株を残した。切除方法として仮根上及び生長帯上方で切除する方法(図3)をとってそれぞれ仮根上切除区と生長帯上方切除区とし、2試験区の収穫量を試験1の通常養殖区を含め3試験区間で比較した。

ワカメの測定は試験1と同様に行い、生長帯上方切除区では12月下旬に中間収穫と測定を行った。2月に各試験区の全量を採集して重量等の測定を行った。

試験3 早取りワカメ収穫後の葉体の育成試験

各株から比較的生長の早い全長1m以上のワカメを刈り取って早取りワカメとし、残ったワカメの育成を続けて延べ収穫量の増加効果を検討した。

11月28日～12月1日に間引きにより全長30～120cmのワカメ小葉10個体/株を残し、仮根上切除区、生長帯上方切除区の2試験区を設定した。

ワカメの測定は**試験1**と同様に行い、生長帯上方切除区では12月下旬に中間収穫と測定を行った。全量の採集と重量等の測定は最大全長が2mを超える時期の3月に各試験区で行った。なお、この試験の最終収穫が**試験1, 2**およびその通常養殖区より約1ヶ月遅く、同等には比較できないが、延べ収穫量の多寡を把握するため**試験1, 2**と比較した通常養殖区の収穫量を参考にした。

結果

試験1 生長帯上方間引きによる収穫量増加効果試験

通常養殖区5株の総有用収穫量は約26kg、除去重量は約5.6kg（除去率17.5%）であった（**図4**）。試験期間の経過とともに先枯れは観察されたが、各個体から淡黄色の仮根が伸長しているのが観察された。

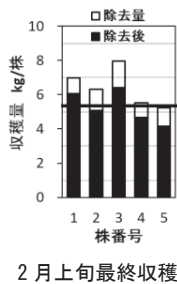


図4 通常養殖区の有用収穫量

—：通常養殖区株平均有用収穫量

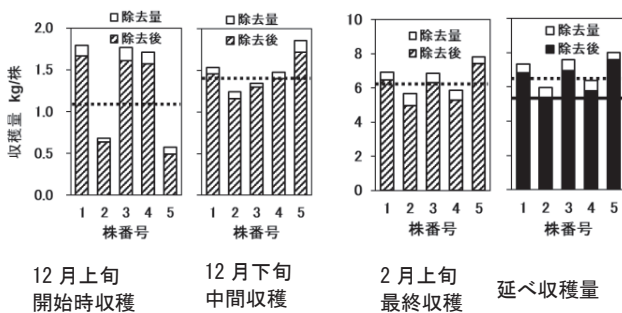


図5 生長帯上方切除区の有用収穫量

...：試験区平均有用収穫量，—：通常養殖区株平均有用収穫量

生長帯上方切除区では試験開始時の11月下旬に株平

均で約1.1kg、12月下旬に株平均約1.4kg収穫し、5株で年内に12.5kg収穫した。5株の有用延べ収穫量は約32kg、除去重量は約1.4kg（除去率4.6%）であり、通常養殖区よりも収量が27%程上回り除去量も3分の1以下であった（**図5**）。

この試験区の葉体の前回切除部表面は12月下旬には腐植すること無く固化し、2月上旬まで殆ど先枯れが見られなかった。また、切除処理した個体からは淡黄色の仮根が伸長しているのが観察された。

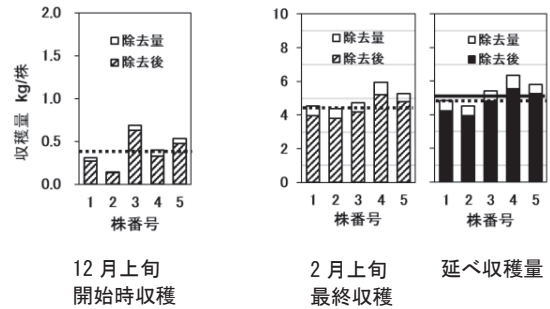


図6 大葉10個体/株・仮根上切除区の有用収穫量

...：試験区平均有用収穫量，—：通常養殖区株平均有用収穫量

試験2 個体密度低減間引きによる収穫量増加効果試験

大葉10個体/株・仮根上切除区では試験開始時の12月上旬に株平均で0.4kg、5株で約1.6kg収穫した。延べ有用収穫量は約24kgであり、除去重量は約3.1kg（除去率11.7%）で通常養殖区と同程度であった（**図6**）。

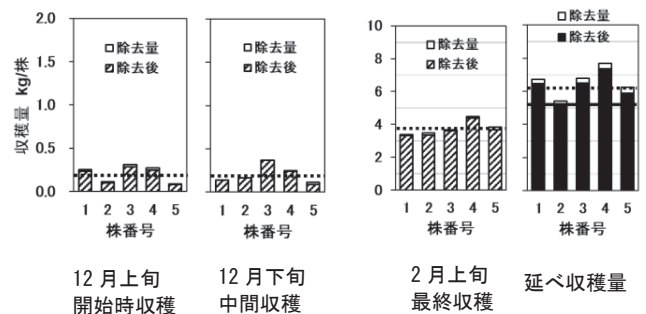


図7 大葉10個体/株・生長帯上方切除区の有用収穫量

...：試験区平均有用収穫量，—：通常養殖区株平均有用収穫量

大葉10個体/株・生長帯上方切除区では試験開始時11月下旬および12月下旬にそれぞれ株平均約0.2kgを収穫し、年内の5株からの有用収穫量は約1.6kgであった。

延べ有用収穫量は約 32kg, 除去重量は約 2.9kg (除去率 8.5%) であり, 通常養殖区に比べ収量が 23% 上回り除去率はほぼ半分であった (図 7)。

仮根上切除区では切除処理しなかった個体の新しい仮根の伸長が殆ど見られなかった。また, 生長帯上方切除区では葉体の切除部表面は 12 月下旬には腐植すること無く固化し, 2 月上旬まで殆ど先枯れが見られず, 切除処理した個体からは淡黄色の仮根が伸長しているのが観察された。

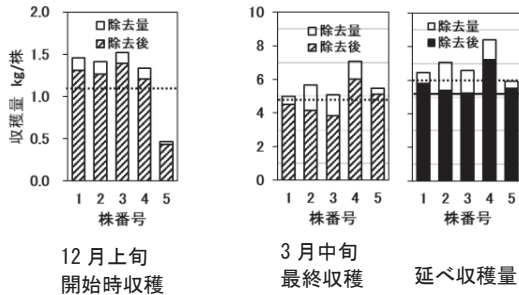


図 8 小葉 10 個体/株・仮根上切除区の有用収穫量
 ... : 試験区平均有用収穫量, — : 通常養殖区株平均有用収穫量

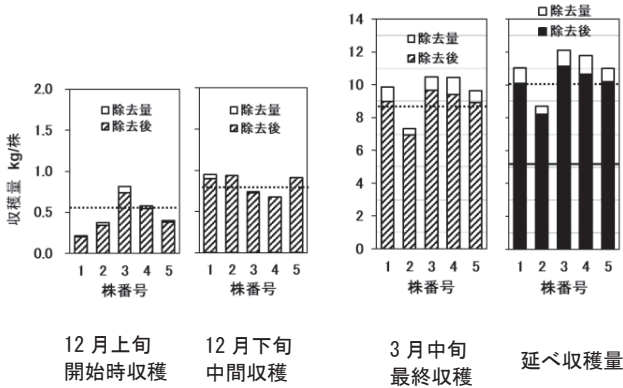


図 9 小葉 10 個体/株・生長帯上方切除区の有用収穫量
 ... : 試験区平均有用収穫量, — : 通常養殖区株平均有用収穫量

試験 3 早取りワカメ収穫後の葉体の育成試験

小葉 10 個体/株・仮根上切除区の開始時のワカメ収穫量は株平均で約 1.1kg/株, 5 株で計 5.5kg であった。ワカメの延べ有用収穫量は約 29kg で通常養殖区をやや上回り, 除去重量は約 5.2kg (除去率 14.9%) であった (図 8)。また, 各個体の仮根の色調が濃くなって新しい仮根の伸長が殆ど見られなかった。

小葉 10 個体/株・生長帯上方切除区では試験開始時の 11 月下旬に株当たり約 0.5kg, 12 月下旬にも株当たり約 0.8kg のワカメを収穫し, 年内の 5 株収穫量は約 6kg であった。ワカメの延べ有用収穫量は 5 株で約 54kg と通常養殖区の約 2 倍であった。除去重量は 4.3kg (除去率 8.9%) と除去率では仮根上切除区の 2/3 以下であった (図 9)。また, この試験区では, 黄色の新しい仮根の伸長が多く観察された。

また, この試験区でも葉体の生長帯上方切除部表面は 12 月下旬には腐植すること無く固化し, 3 月上旬まで殆ど先枯れは見られなかったが, ワカメ相互の擦れによる傷みと付着生物が目立ったことにより除去量が若干多めであった。

考 察

試験 1 の結果から, 挟み込みによるワカメ養殖において, 12 月上旬に全個体を生長帯上方で切除し 12 月下旬に再度同様の収穫をした試験区では, 通常養殖区よりも先枯れ等による除去量が少なく, 有用収穫量が多い傾向を示し, ワカメを早取り収穫した方がより収穫面で有利であると考えられる。

試験 2 の結果から, 11 月下旬~12 月上旬にワカメの株当たりの密度を 20 個体/株程度から小葉を仮根上で切除して 10 個体/株に低減すると, 各個体の平均全長と平均全重は大きいものの株当たりの有用収穫量の増加は大きくないことから, 間引き手法としては適していないと考える。松島湾でのワカメ養殖に関する研究事例²¹⁾では, 12 月に株当たりの密度を 16~20 個体/株 (対照区) から 5 個体/株または 10 個体/株に低減すると, 1 月から 3 月まで全長平均が対照区より 30% 程度上回っているが, 個体数が 40~50% 少ないことから株当たりの収穫量はそれほど大きくはならないと推察され, 本研究の結果とほぼ同様である。**試験 3** の結果から, 小葉を残す場合も仮根上から間引きすると, 大葉を残す場合と同様に有用収穫量はそれほど大きくならないことから, 間引き手法としては適していないと考える。

漁業者からの聴き取りでは, 経験則として株のワカメ密度が数個体/株と低い場合には生長が良くなく, 15~20 個体/株の密度の場合はそろって生長が良いとのことで

あった。**試験 2, 3**の結果から、仮根上切除したいずれの試験区でも残りの各個体の仮根の褐色化が進むのに加えて新たに淡黄色の仮根の伸長が殆ど見られなかった。これは、ワカメ個体間の間隔が広がったことによりワカメが揺らぐ範囲が広まって仮根に負荷がかかったことが影響したものと推察された。天然岩礁域で生息するワカメはその密度にかかわらず岩盤に仮根で固着して波浪を受けながらも生長し続けるが、養殖の場合には基質が化繊のロープであるため基質への付着面積が小さいと推察される。しかし、延縄養殖施設であることから通常波浪の影響は少ないが、海水面近くに張り込まれるため時として強い風波にさらされる。このような養殖環境特有の影響が仮根の形成不良に関わっていると推察される。

試験 3の結果から、養殖期間が**試験 1, 2**とは異なり同等には比較できないが、延べ有用収穫量を大きくするのに最も効果的だったのは養殖開始 1 ヶ月後の 12 月上旬にワカメ生長帯上方で比較的大きい葉を間引きし、残った小葉を 3 月に収穫した試験区であるが、これは小葉にも太陽光が行き渡るようになったことと、残った大葉の生長帯が生長を続けたためと推察される。しかし、この間引き方法をとった場合、収穫時期が 1 ヶ月程度遅くなることから、漁業者の生産工程にどのように組み込むかを今後検討する必要がある。

松島湾でワカメを生長帯上方から切り取る効果に関する研究事例²²⁾では、対照区で先枯れが進む中での見かけの葉長と乾燥重量が頭打ちになっていることに対して 2 月に生長帯で切り取ると 4 月まで葉長と乾燥重量が大きくなった。本研究の**試験 1~3**で生長帯切除区の葉先不良が少なくなったことから切除には商品価値のあるワカメをより多く生産できる効果があると考えられる。また、生長帯上で切除する時期については 1 月までの切除処理では 3 月後半から 4 月初めにかけて対照区の葉長と乾燥重量に追いつく程の増加効果が認められているが、3 月以降の切除処理では葉の生長や乾燥重量の増加は殆ど見込めない²³⁾。これは海域条件や養殖開始時期にもよるが、切除時期の適期は 1 月頃までであろう。

本研究の**試験 1~3**で 11 月下旬~12 月下旬にかけて生長帯上方で切除した個体は、翌年 2 月から 3 月になっても先枯れが殆ど起こらないまま生長し、切除部位周辺の性状も良好であることが観察された。このことは有用葉収

穫量の増加につながると考える。このことはワカメが切除後にその部位を修復する何らかの機能が働き、その後も栄養の供給が続いたものと想定されるが、そのメカニズムの解明は今後の課題であり、本報告は間引きの有効性の解明に向けた取り組みの端緒となったと考える。

以上により、ワカメの間引きによって早取りワカメの生産をするにあたり、生長帯と側葉を 3~4 対残す方法で 12 月までの間に 1~複数回にわたって葉を切除するのが生産量を増加させるには効果的であり、今後は本研究の成果を生産現場に普及することで漁業者の収入増につながることが期待される。

なお、平成 30 年度に気仙沼湾で複数の漁業者による生長帯間引きによるワカメ生産の実証試験が行われている。

要 約

- 1) 平成 29 年 11 月下旬~平成 30 年 3 月中旬にかけて気仙沼湾内漁場において優良品種のワカメ種苗を用いて養殖試験を実施した。
- 2) 間引き試験は、株当たりの本数を仮根上切除によって 10 個体にする場合と生長帯上方で切除する場合を組み合わせで行い、間引きしない通常養殖区に対する収穫量を比較した。
- 3) 間引き方法としては、仮根上から切除して密度調整を行っても収穫増の効果はわずかであった。
- 4) 収穫量増加の検討では、12 月上旬に大葉の生長帯上方から切除して小葉を残し、3 月中旬に収穫した試験区で効果的であった。
- 5) 11 月上旬~12 月上旬に生長帯上方で切除した個体は、翌年 2 月から 3 月でも先枯れが殆ど認められず、切除部位周辺の性状も比較的良好であることが観察された。
- 6) ワカメの間引きによって早取りワカメの生産をするにあたり、生長帯と側葉を 3~4 対残す方法で 12 月までの生産単価の高い時期に 1~複数回にわたって葉を切除するのが効果的であると推察された。

謝 辞

本研究を進めるにあたり、ワカメ種苗を挟み込んだ養

殖延縄施設の使用にご協力いただいた宮城県漁業協同組合気仙沼地区支所、菊田守氏に感謝申し上げます。なお、

本研究は県単独事業「養殖振興プラン推進事業(ワカメ)」により実施した。

参考文献

- 1) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2010年.
- 2) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2011年.
- 3) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2012年.
- 4) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2013年.
- 5) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2014年.
- 6) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2015年.
- 7) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2016年.
- 8) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2017年.
- 9) 宮城県漁業協同組合共販実績, ワカメ, 2018年.
- 10) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2010年.
- 11) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2011年.
- 12) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2012年.
- 13) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2013年.
- 14) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2014年.
- 15) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2015年.
- 16) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2016年.
- 17) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2017年.
- 18) 気仙沼魚市場原票データ一覧, ワカメ, 2018年.
- 19) 宮城県の伝統的漁具漁法Ⅷ, 養殖編(わかめ, こんぶ) 104pp, 平成7年3月.
- 20) 徳田廣・大野正夫・小河久朗: 海藻資源養殖学, 水産養殖学講座10, 354pp, 緑書房.
- 21) Xu Gao, Hikaru Endo, Kazuya Taniguchi, Yukio Agatsuma(2014) Effects of experimental thinning on the growth and maturation of the brown alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales:Phaeophyta) cultured in Matsushima Bay, northern Japan. J. Appl. Phycol. **26** : 529-535.
- 22) Xu Gao, Hikaru Endo, Makoto Yamana, Kazuya Taniguchi, Yukio Agatsuma(2013) Compensation of the brown alga *Undaria pinnatifida* (Laminariales:Phaeophyta) after thallus excision under cultivation in Matsushima Bay, northern Japan. J. Appl. Phycol. **25** : 1171-1178.
- 23) Xu Gao, Hikaru Endo, Makoto Yamana, Kazuya Taniguchi, Yukio Agatsuma(2013) Compensatory abilities depending on seasonal timing of thallus excision of the kelp *Undaria pinnatifida* cultivated in Matsushima Bay, northern Japan. J. Appl. Phycol. **25** : 1331-1340.