

徳島県鳴門市北灘町折野産の種苗を用いた養殖ヒジキの記録的生長

棚田 教生*¹, 中西 達也*¹Growth of *Sargassum fusiforme* cultivated using seedlings derived from Orino on the coast of Kitanada, Naruto, Tokushima PrefectureNorio TANADA*¹ and Tatsuya NAKANISHI*¹

We investigated the growth of *Sargassum fusiforme* cultivated using the seedlings derived from Orino, on the coast of Kitanada, Naruto, Tokushima Prefecture. An experimental cultivation of *S. fusiforme* using seedlings from natural seeding on the coast of Orino, was carried out off Abu on the Pacific coast of Tokushima Prefecture from Dec. 7, 2009 to May 6, 2010. Mean length of the 10 longest main branches of *S. fusiforme* on May 6, 2010, cultivated off Abu along the inner side of the offshore breakwater sheltered from the waves, was 260.3 (215-353) cm. In contrast, length of the natural *S. fusiforme* plants at the natural seedling site in Orino on May 13, 2009 was less than 1m. These results indicate the growth potential of *S. fusiforme* seedlings of Orino by cultivation in suitable environmental conditions.

キーワード：ヒジキ，生長，折野，養殖，生育環境

筆者らは徳島県沿岸において、有用種ヒジキ *Sargassum fusiforme* の増養殖に関する調査研究を継続している（棚田ら 2003，中西 2012，中西，團 2012）。これまでの研究によって、徳島県南部の大平洋沿岸に自生するヒジキは藻体が小型であるのに対し（中西 2012，中西，團 2012），徳島県北部の鳴門市北灘町折野地先の離岸堤に自生するヒジキは大型に生長することが明らかになっている（棚田ら 2003）。

一方，中西，團（2012）は，鳴門市北灘町沿岸の折野地先と櫛木地先の2地点で天然採苗によって得られた異なる種苗を用いて養殖試験を実施し，その結果の概要を報告している。筆者らはそのうち折野産の種苗を

用いて養殖したヒジキが平均主枝長で2 m 前後に生長したことに着目し，再度試験結果について精査した。その結果，採苗地点の天然ヒジキ群落の藻体は比較的小型であるにもかかわらず，そこから得られた種苗を徳島県南部の海部郡美波町阿部地先で養殖したヒジキの主枝長は，大型10本の平均値では2.5mを超えていたことが新たに判明した。この結果はヒジキの生長に関する報告例の中では最大級であることから，今後のヒジキの増養殖における一つの可能性を示す記録として報告したい。

材料と方法

養殖試験に用いた種苗は，鳴門市北灘町折野地先のク

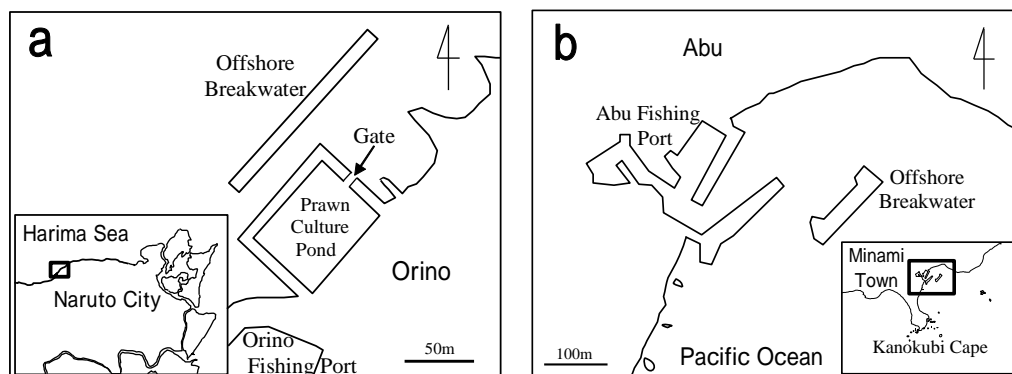


Fig. 1 Map showing the natural seeding site (a) and the cultivation site (b) of *Sargassum fusiforme* in Tokushima Prefecture.
 : Natural seeding site (Orino, Kitanada Town, Naruto City), : Cultivation site (Abu, Minami Town, Kaifu District).

*1 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究課美波庁舎 (Fisheries Research Division Minami Branch, Tokushima Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Support Center, Hiwasaura, Minami, Kaifu, Tokushima 779-2304, Japan)



Photo. 1 *Sargassum fusiforme* bed at the natural seedling site in Orino, on the coast of Kitanada, Naruto, Tokushima Prefecture, on May 13, 2009.

ルマエビ中間育成施設に隣接する石積護岸に形成された天然ヒジキ群落 (Photo. 1) の周辺 (Fig. 1-a) で、2009年6月22日から天然採苗および育苗 (中西, 團 2012) して得たものである。この石積護岸に自生するヒジキについては、当時藻体の長さを測定していなかったため、2009年5月13日の写真 (Photo. 1) をもとに2018年3月17日に実施した現地調査から当時のヒジキの藻長を推定した。すなわち、2009年5月13日の写真撮影時刻における水面の位置と潮位およびヒジキ藻体の長さの関係について、2018年3月17日に同一地点で確認した海藻類の藻長や生育水深、石積護岸の自然石のサイズなどから現地で検証した。

養殖試験は、徳島県南部の海部郡美波町沿岸に位置する阿部漁港沖防波堤の内側 (Fig. 1-b) で実施した。15 mの養殖ロープ (直径12 mm) に、平均主枝長10.7 cmの種苗を1か所につき主枝が3~5本になるように5 cm間隔で挟み込み、水平筏式の養殖筏で2009年12月7日から養殖を開始した (中西, 團 2012)。その後、2010年1月、2月、4月にヒジキの主枝長を船上で測定した。測定は、

Table 1 Growth of *Sargassum fusiforme* cultivated off Abu on the Pacific coast of Tokushima Prefecture from Dec. 7, 2009 to May 6, 2010, using seedlings from Orino, on the coast of Kitanada, Naruto, Tokushima Prefecture.

Date	Water temperature (°C)	Length of main branch (cm)
Jan. 25, 2010	12.3	36.2 (25–45)
Feb. 23, 2010	14.3	49.7 (35–68)
Apr. 15, 2010	16.2	157.6 (130–193)
May 6, 2010	17.8	260.3 (215–353)

Data are given as average values (range) of the 10 longest main branches.

ロープ上に5 cm間隔で形成されたヒジキの集塊の中から16集塊以上を選び、各集塊の中で最も長い主枝の長さを測定することでその集塊の最大主枝長とした。各集塊の最大主枝長のなかから上位10本を選び、その平均値を求めた。2010年5月6日にヒジキをロープごと収穫し、ロープ上に形成された任意の30集塊について、上記と同様の方法で主枝の長さを測定し、平均値を求めた。

結果

天然採苗場所である鳴門市北灘町折野地先の石積護岸に自生するヒジキの2009年5月13日における推定藻長は、大型のものでも80~90 cmで1 mには達していなかった。

海部郡美波町阿部地先での養殖期間中における試験地の表層水温とヒジキの最大主枝長の平均値をTable 1に示した。ヒジキの平均主枝長は、水温が12.3 °Cまで低下した2010年1月25日には36.2 cm、2月23日には49.7 cmと冬季は緩やかに伸長した。しかし、水温が16 °C以上に上昇した4月15日に150 cmを超え、水温17.8 °Cの5月6日には260.3 cmと急激に伸長した (Table 1, Photo. 2)。なお、5月6日に測定した主枝30本全体の平均値は194.9 cmであり (中西, 團 2012)、このうち上位20本の平均値は228.7 cmであった。また、上位10本の主枝のうち、5本は250 cm以上で、最大値は353 cmであった (Table 1)。

考察

ヒジキの生長に関しては、国内外各地で古くから数多くの報告がある (e.g., 片田 1940, 寺脇 1985, Lee and Kamura 1997, Zou *et al.* 2006, Yoshida and Shimabukuro



Photo. 2 Long length plants of *Sargassum fusiforme* on the cultivation rope on May 6, 2010 cultivated off Abu fishing port along the inner side of the offshore breakwater sheltered from the waves, using seedlings from Orino on the coast of Kitanada, Naruto, Tokushima Prefecture.

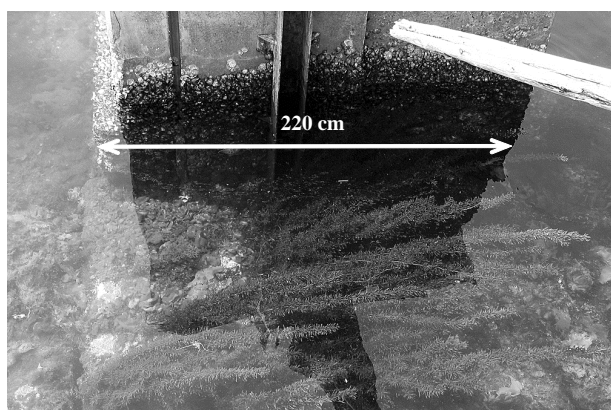


Photo. 3 *Sargassum fusiforme* bed on the gate of prawn culture pond next to the natural seedling site in Orino, on the coast of Kitanada, Naruto, on May 13, 2009.

2017)。これらの報告のうち、藻長あるいは全長の平均値で1 m を超える事例としては、天然では、長崎県対馬で3月29日に129 cm (n=10)および最大値144 cm (四井ら1996)、広島県佐伯郡大野町で6月に132 cm (n=10) (寺脇2001)、山口県屋代島で夏に126 cm (n=10) (内村ら2003)、徳島県鳴門市折野で180 cm (n=10)および最大値269 cm (棚田ら2003)、大分県国東市で5月下旬に150 cm (伊藤ら2008)、養殖では、大分県国東市で5月下旬に131.8 cm (n=20) (伊藤ら2008)、大分県中津市で5月12日に140 cm (n=10) (伊藤2013)、徳島県鳴門市小鳴門海峡で103.8 cm (n=50) (中西、團2012)など、測定時期や標本数に差はあるものの、徳島県折野の事例を除くと平均値では最大でも150 cmまでとなっている。本研究の徳島県美波町阿部地先での養殖ヒジキにおける2010年5月6日の平均主枝長260.3 cmおよび最大値353 cmは、筆者らの調べた範囲ではヒジキの生長に関する最大の記録と思われる。

天然ヒジキでは、前述の徳島県折野での藻長の平均値180 cmおよび最大値269 cm (棚田ら2003)が最大の記録と考えられるが、本研究で養殖に用いた種苗も同じく鳴門市折野産であった。今回の養殖試験に用いた種苗は、折野地先の石積護岸に形成されたヒジキ群落周辺で天然採苗して得られたものである。筆者らがこれまで観察した範囲では、この石積護岸の天然ヒジキは例年大型には生長せず、天然採苗を行う前の2009年5月13日に現地を確認した際もヒジキの藻長は長いものでも1 m に達していなかった (Photo. 1)。ところが、この場所で天然採苗して得られた種苗を阿部地先の海面で養殖したところ、1年後の2010年5月6日に平均主枝長で260.3 cmとなり、親藻と考えられる石積護岸の天然ヒジキの前年5月における藻長の実に2.5倍以上に生長した。この現象はヒジキの増養殖における1つの可能性を示す事例として非常に興味深い。

一方、筆者らは、石積護岸の天然ヒジキを確認した

2009年5月13日の同時刻に、石積護岸に隣接するクルマエビ中間育成施設の水門部 (Fig. 1-a) においても天然ヒジキ群落を確認している。この水門部に生育するヒジキは、石積護岸のヒジキよりも明瞭に大きく生長していた (Photo. 1, 3)。隣接する水門部と石積護岸でヒジキの生育に大きな差が生じた要因については今後精査する必要があるが、両者の地形環境が異なっていることに起因している可能性が考えられる。水門部のヒジキは、離岸堤に加え、中間育成施設の構造物によっても北西の季節風による風浪が遮られる生育環境にある (Fig. 1-a)。過去に折野地先で大型ヒジキの群落が確認された場所も (棚田ら2003)、本研究で養殖試験を実施した阿部地先の場所も、離岸堤の内側あるいは背後に位置し、風浪が遮られる立地環境にあった (Fig. 1-b, Photo. 2)。

本研究では、瀬戸内海沿岸の折野地先で得た種苗を地理的に離れた太平洋沿岸の阿部地先で養殖しており、親藻の生育地と異なる海域で養殖したことがヒジキの生長に何らかの影響を与えた可能性も否定できない。この点については、折野地先と同じ鳴門市北灘町沿岸の櫛木地先で天然採苗により得た種苗を用いて小鳴門海峡と阿部地先で同時に養殖試験を実施した参考事例がある (中西、團2012)。この養殖試験の開始日は小鳴門海峡が12月4日、阿部地先が本研究と同じ12月7日と大差はなかったが、収穫時のヒジキの平均主枝長は小鳴門海峡が6月17日で103.8 cm (n=50)、阿部地先が5月6日で118.6 cm (n=38)であった。両方で測定標本数が異なるため、本研究と同様に上位10本の主枝長で平均値を求めると、小鳴門海峡が169.1 cm、阿部地先が193.4 cmとなり、収穫時期が1か月以上早いにもかかわらず阿部地先で養殖したヒジキのほうが大きく生長していた。この要因については、両海域で異なる水温や栄養塩環境 (中西、團2012)だけでなく、前述の地形環境の違いなども複合的に影響している可能性がある。従って、この試験結果をもって鳴門と阿部の養殖漁場としての正確な評価はできないが、少なくとも鳴門市北灘町産のヒジキ種苗を阿部地先で養殖することの生長への悪影響はないものと考えられる。

本研究で得られた結果および既往の知見を整理すると、徳島県鳴門市北灘町折野地先に産するヒジキは全国的にみても最大級の長さで生長する潜在的な能力を有していることが示唆される。また、その能力は、風浪の影響を直接受けない生育環境 (片田1940、四井ら1986、棚田ら2003) や、藻体が海水中に浸かっている時間が長いこと (中西、團2012、伊藤2013) など、ヒジキの生長にとって好適である可能性が高い環境を付与することによって最大限に発揮できるのかもしれない。しかしながら折野産ヒジキの藻体が極めて大きく伸長する要因については、遺伝的な要素と生育環境の双方の影響を考慮し、各地の報告事例も踏まえながら検証する必要がある

と思われる。このため、今後も現地での調査や試験を継続し、知見を集積することによってヒジキが大型に生長する要因の解明に努めていきたい。

ヒジキと同じ褐藻類のワカメ*Undaria pinnatifida*では、全国各地の天然ワカメから得られた種苗を同一漁場で養殖すると、種苗によって生長や形態が大きく異なることが報告されている(日下ら 2007, 加藤, 團 2010)。一方、ヒジキでは養殖という手法が導入されてからの歴史がまだ浅いこともあり、養殖技術の開発や種苗の確保に関する研究(Pan *et al.* 2006, 難波ら 2008, 伊藤 2013)に比べると、種苗の特性把握や優良種苗の開発に向けた研究は進んでいない。しかしながら、国内のヒジキも遺伝的に複数のグループに分類できることが最近の研究によって明らかになっており(堀内ら 2017)、今後のヒジキ養殖の発展に向けては、ワカメなどと同様に、養殖漁場の環境により適応した種苗や、本研究で用いた折野産種苗のように優れた生長を示す地域個体群を探索する観点が重要であろう。

謝 辞

現地での天然採苗および養殖試験に協力いただいた北灘漁業協同組合と阿部漁業協同組合に感謝申し上げます。本稿を校閲いただいた徳島県水産研究課の上田幸男博士に感謝の意を表します。

文 献

堀内はるな, 小林穂ノ佳, 岩崎貴也, 鳶田智(2017)日本沿岸における褐藻ヒジキの系統地理学的解析. 藻類, 65, 139-148.

伊藤龍星(2013)褐藻ヒジキ*Sargassum fusiforme*の挟み込み養殖と人工種苗生産に関する研究. 大分県農林水産研報(水産), 3, 21-56.

伊藤龍星, 寺脇利信, サトイトシリルグレン, 北村等(2008)天然藻体のロープへの挟み込み法によるヒジキ養殖. 水産増殖, 56, 97-103.

片田実(1940)ヒジキの増殖に関する生態研究. 水産研究誌, 35, 320-326.

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.

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質. 宮城水研報, 7, 17-28.

Lee YP, Kamura S (1997) Morphological variations of *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura (Sargassaceae, Phaeophyta) from the western coast of the North Pacific. *Algae*, 12, 57-72.

中西達也(2012)牟岐地先におけるヒジキの生育不良原因. 徳島水研報, 8, 23-26.

中西達也, 團昭紀(2012)美波町阿部地先および小鳴門海峡におけるヒジキ養殖試験. 徳島水研報, 8, 17-21.

難波信由, 佐藤新, 小河久朗, 加戸隆介(2008)岩手県越喜来湾における褐藻ヒジキの多回収穫型養殖. *Sessile Organisms*, 25, 17-23.

Pang SJ, Gao SQ, Sun JZ (2006) Cultivation of the brown alga *Hizikia fusiformis* (Harvey) Okamura: controlled fertilization and early development of seedlings in raceway tanks in ambient light and temperature. *J. Appl. Phycol.*, 18, 723-731.

棚田教生, 新井章吾, 牧野賢治(2003)徳島県北部における折野地先の離岸堤に自然成立したヒジキ群落(短報). 徳島水研報, 2, 41-44.

寺脇利信(1985)三浦半島小田和湾におけるヒジキの生長と成熟. 水産増殖, 33, 115-118.

寺脇利信(2001)お掃除フリーの海藻栽培水槽の試み2. ヒジキの生育. 海苔と海藻, 62, 34-39.

内村真之, 新井章吾, 吉川浩二, 吉田吾郎, 寺脇利信(2003)広島湾の岩礁性藻場をつくる海藻の現存量とその季節変化. 藻類, 51, 123-129.

Yoshida G, Shimabukuro H (2017) Seasonal population dynamics of *Sargassum fusiforme* (Fucales, Phaeophyta), Suo-Oshima Is., Seto Inland Sea, Japan - development processes of a stand characterized by high density and productivity. *J. Appl. Phycol.*, 29, 639-648.

四井敏雄, 前迫信彦, 高屋雅生, 松村靖治(1986)対馬沿岸でみられたヒジキの生育不良現象について. 長崎水試研報, 12, 15-18.

四井敏雄, 前迫信彦, 吉田誠(1996)対馬におけるヒジキの胚からの成長. 日水誌, 62, 886-890.

Zou D, Gao K, Ruan Z (2006) Seasonal pattern of reproduction of *Hizikia fusiformis* (Sargassaceae, Phaeophyta) from Nanao Island, Shantou, China. *J. Appl. Phycol.*, 18, 195-201.