

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

中西達也*¹, 團 昭紀*¹Experimental cultivation of Hiziki, *Sargassum fusiforme* in the coastal water of Abu, Minami town and in the Konaruto StraitTatsuya NAKANISHI*¹ and Akinori DAN*¹

Cultivation of Hiziki, *Sargassum fusiforme* is considered promising as a new species of algal cultivation, because there is a great market for domestic Hiziki in Japan. Experimental cultivation by clipping natural seed between culture rope was conducted in the coastal water of Abu, Minami town with relatively high water temperature and low nutrients, and in the Konaruto Strait with low water temperature and high nutrients from December 2009 to June 2010. The length of thalli grew to 195 ± 62 cm in the coastal water of Abu, and 8.3kg wet per 1m rope was harvested. These thalli were overmatured a little but were processed to dry Hijiki. In the Konaruto Strait the length of thalli grew to 104 ± 46 cm. However the amount of thalli that was suitable for processing was low. There are many deposits such as other algae and small animals on the surface of thalli. These results show that coastal water of Abu is suitable for cultivation, and has potential for industrial scale cultivation.

キーワード：ヒジキ, 種苗, 養殖試験, 浮き流し養殖, 挟み込み法, 成長

ヒジキ *Sargassum fusiforme* は褐藻綱ヒバマタ目ホンダワラ科に属し、日本では古くから食用に供されている（徳田ら1987）。徳島県南部の海部郡沿岸は天然ヒジキの産地であるが、近年、生育不良によりその生産量は減少している。

現在、ヒジキ国内総需要の7割以上を、韓国および中国からの輸入された養殖ヒジキが占めている（山城ら2004）。しかし、近年の自然食ブームや消費者の国産品嗜好の高まりに伴い、国産のヒジキを増産する必要性が

著しく高まっている。このため、国産ヒジキが品薄により高値で販売できる状況となれば、ヒジキ養殖が天然ヒジキ採取の代替として成り立つ可能性がある。

そこで、徳島県北部沿岸で種苗を確保し、黒潮の影響を受け貧栄養で冬期の水温が高い外洋性の美波町阿部地先および比較的栄養塩濃度が高く冬期の水温が低い内湾性の小鳴門海峡において、種苗をロープに挟み込んだ浮き流し養殖を試み、収穫されたヒジキの収量や品質などから養殖地としての可能性を検討した。

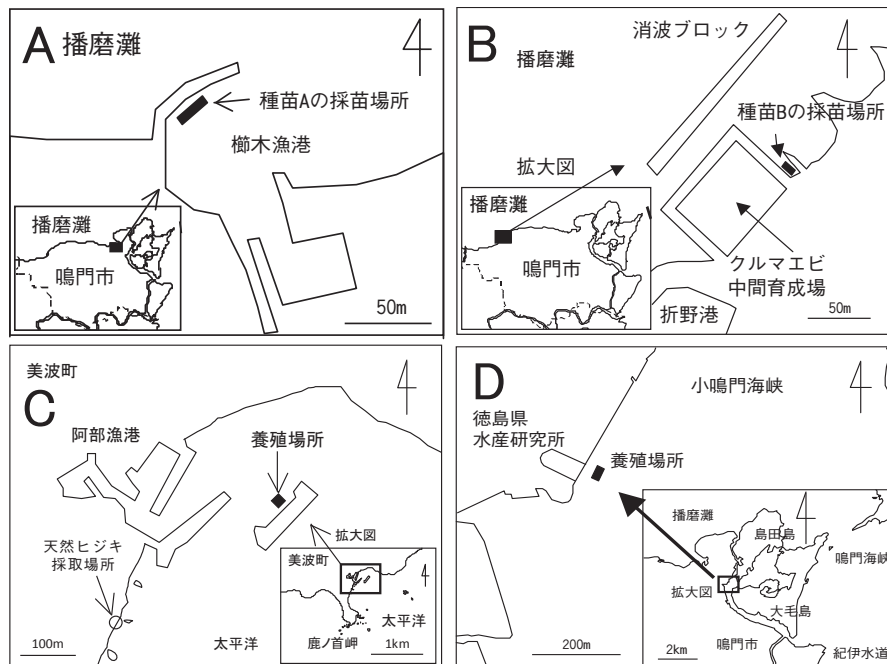


図1 採苗および養殖場所。A；種苗Aの採苗場所，B；種苗Bの採苗場所，C；美波町阿部地先の養殖場所，D；小鳴門海峡の養殖場所

*¹ 徳島県立農林水産総合技術支援センター水産研究所鳴門庁舎 (Fisheries Research Institute Naruto Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Support Center, Dounoura, Seto, Naruto, Tokushima 771-0361, Japan)

材料と方法

種苗の確保

採苗方法が異なる種苗A, Bを養殖試験に供した。種苗Aの採苗および育苗は以下のとおりおこなった。

針金（直径4mm）で作成した方形枠（348mm×516mm）にビニロンとポリエステル混紡糸（商品名：クレモナ、直径2mm）15mを巻き付けて採苗器を作成した。この採苗器24枚を鉄筋製の枠（1.42m×3.03m）内に並べ、結束バンド（ナイロン66製、オーム電気社製）で固定した。この採苗器を取り付けた鉄筋製の枠4枚を、2009年6月22日、鳴門市櫛木地先（図1-A）の潮間帯に水平に設置し、ポリエチレン製ロープ（直径16mm、3本撚り）に5cm間隔で成熟したヒジキを差し込んだものを母藻としてその周囲に設置した（写真1）。その後、2009年11月27日にまで維持し、ヒジキ幼体が生育している採苗器を取り上げた。

一方、種苗Bの採苗および育苗では、鳴門市折野地先の離岸堤内側の天然ヒジキ群落（図1-B）において、牧野ら（2010）のノリ網を用いる方法でおこなった。2009年6月22日の干潮時に、ビニロン製ノリ養殖網1枚を4つに折りたたんで採苗器とし、ヒジキの生育帯の位置に水平に敷設した（写真2）。そのまま2009年11月25日まで維持し、ヒジキ藻体が付着しているのを確認したのち、採苗器ごと取り上げた。

種苗A, Bともに採苗器を回収後、ヒジキの主枝が1~3

本着生している状態で採苗器の糸を切断した。そのうち、種苗Aは291本、種苗Bは139本を無作為に選び、主枝の長さを測定した。測定終了後、種苗は発泡スチロール製浮きとともに目合い15mmの網袋に入れ、養殖開始日まで徳島県水産研究所の屋外にある、海水をかけ流した水槽の水面に浮かべた状態で保存した。

阿部地先における養殖試験

美波町阿部地先は太平洋に面し、天然ヒジキの採藻漁業がおこなわれている地域である（図1-C）。阿部漁港前の一文字防波堤内側の、外海から直接波浪を受けない海面に養殖セット（大きき15m×15m）を設置し（図2）、2009年12月7日に種苗Aと種苗Bを養殖ロープへの挟み込み、伊藤ら（2008）の方法に準じた浮き流し養殖試験を開始した。養殖ロープは1本の長さが15m（養殖ロープ固定のための結びしろを除く）のポリプロピレン製（直径12mm、3本撚り）のものを使用した。ヒジキ種苗を一カ所に主枝が3~5本ずつになるよう、約5cm間隔でロープへ挟み込んだ。種苗Aを挟み込んだ養殖ロープは14.6mに、一方、種苗Bは9.95mになった。この2本の養殖ロープに約70cm間隔でブイをつけた（図2）。

養殖ロープの張り込みから収穫までの間、月1回の割合で種苗A, Bごとに、ヒジキ種苗挟み込み箇所16カ所

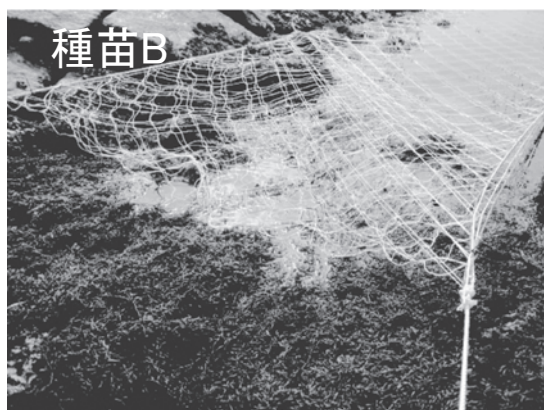
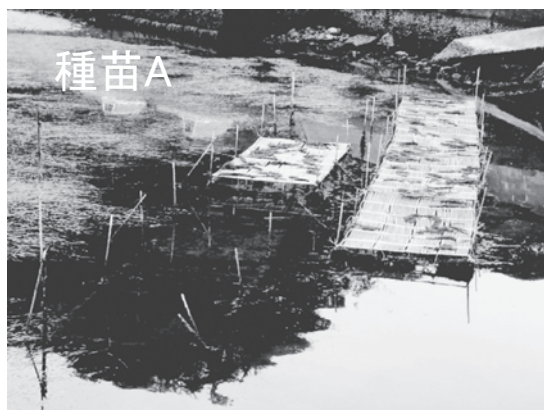


写真1 種苗A, Bの採苗器の設置（いずれも2009年6月22日に設置）

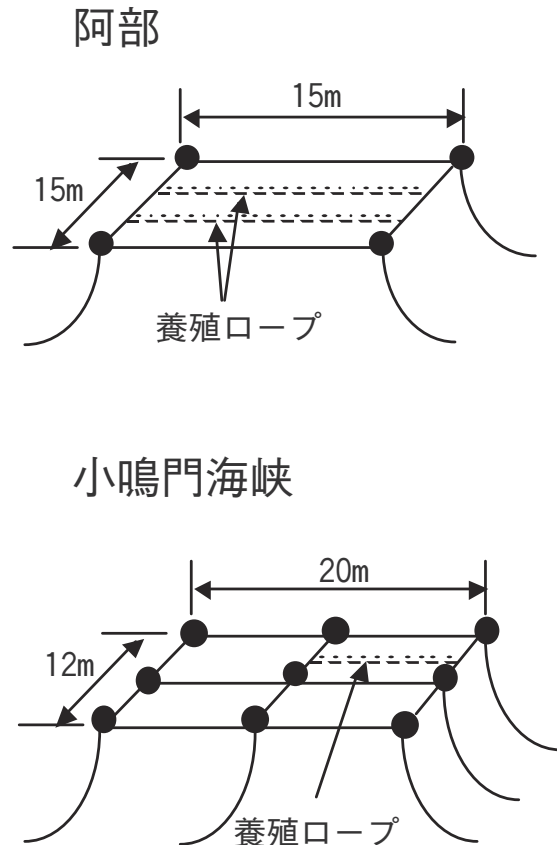


図2 阿部地先（上段）および小鳴門海峡（下段）における養殖セットの概要図

ヒジキ養殖試験

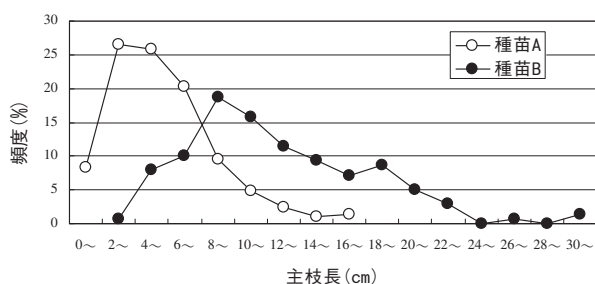


図3 種苗A, Bの主枝長組成

上を無作為に選択し、それぞれの箇所につき、養殖ロープ上の仮根上部から最長の主枝の先端部までの長さを測定した。また同時に、ヒジキ藻体への付着生物について観察するとともに水温を計測した。

養殖ヒジキと天然ヒジキとの成長を比較するため、2010年4月15日に養殖場所から南西に約350m離れた天然ヒジキ場(図1-C)のヒジキ139本について主枝の長さを測定した。

2010年5月6日に収穫し、種苗ごとに養殖ロープ上に生育しているすべてのヒジキの重量を計測した。その後直ちに地元の業者に、加工に適したヒジキの選別を依頼した。全重量から加工に適したヒジキの重量を差し引いたものを廃棄重量とし、廃棄重量を全重量で除して廃棄率を算出した。

小鳴門海峡での養殖試験

鳴門市の小鳴門海峡は、潮流が速い海域である(図1-D)。ヒジキ種苗のロープへの挟み込み、養殖方法、計測および観察は美波町阿部地先と同じ方法で実施した。ただし、種苗はAのみを使用した。2009年12月4日に種苗を長さ6.6m(結びしろを除く)のポリプロピレン製ロープ(直径16mm, 3本撚り)へ挟み込み、ブイをつけ、直ちに、水産研究所鳴門庁舎前の海面に設置した養殖セット(大きさ12m×20m)内に張った(図2)。成長に及ぼす水温の影響を調べる目的で、水産研究所鳴門庁舎の汲上げ海水温を解析に用いた。

結果

種苗の確保

得られた種苗Aの藻体長の平均は、 5.8 ± 3.2 (標準偏

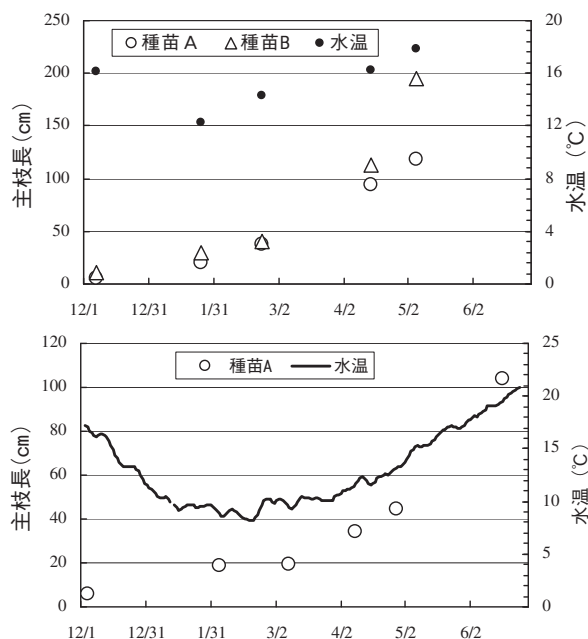


図4 阿部地先(上段)および小鳴門海峡(下段)におけるヒジキ種苗の成長と水温の推移

差) cmで(図3), クレモナ糸1mあたりの採苗数は2.9個体であった。藻体にはアオサ属海藻や珪藻などの付着が多かった。一方、種苗Bの藻体長の平均は 10.7 ± 5.5 cmで(図3), ノリ養殖網の糸1mあたりの採苗数は1.1個体であった。種苗Bは藻体が細長く付着物が少なかった。

阿部地先における養殖試験

種苗A, Bともに1月25日には20~30cmに、2月23日には40cmに緩やかに成長し、両者に大きな差はみられなかった(図4)。1月25日には養殖ロープにアオサ属海藻の付着が、2月23日には養殖ロープにフクロノリ *Colpomenia sinuosa* やウミウチワ *Padina arborescens* の付着がみられた。4月15日には種苗A, Bがそれぞれ 94.6 ± 36.9 cm, 112.6 ± 37.8 cmとわずかに差が見られた。両種苗とも藻体の広い範囲で主枝または側枝が脱落し、側枝の一部が欠損していた(写真2-A)。近隣の天然ヒジキ主枝の長さは 41.4 ± 15.0 cmであり、種苗Aおよび種苗Bの各養殖ヒジキと天然ヒジキとの間に有意差がみられた(t検定, $p < 0.01$)。

表1 各試験海域における種苗毎の生産量および廃棄率

試験海域	種苗	総生産量 (kg)	養殖ロープの長さ (m)	1mあたり生産量 (kg/m)	廃棄率 (%)
阿部	A	55	14.6	3.8	16.5
	B	83	9.95	8.3	10.0
小鳴門海峡	A	29	6.6	4.4	100.0

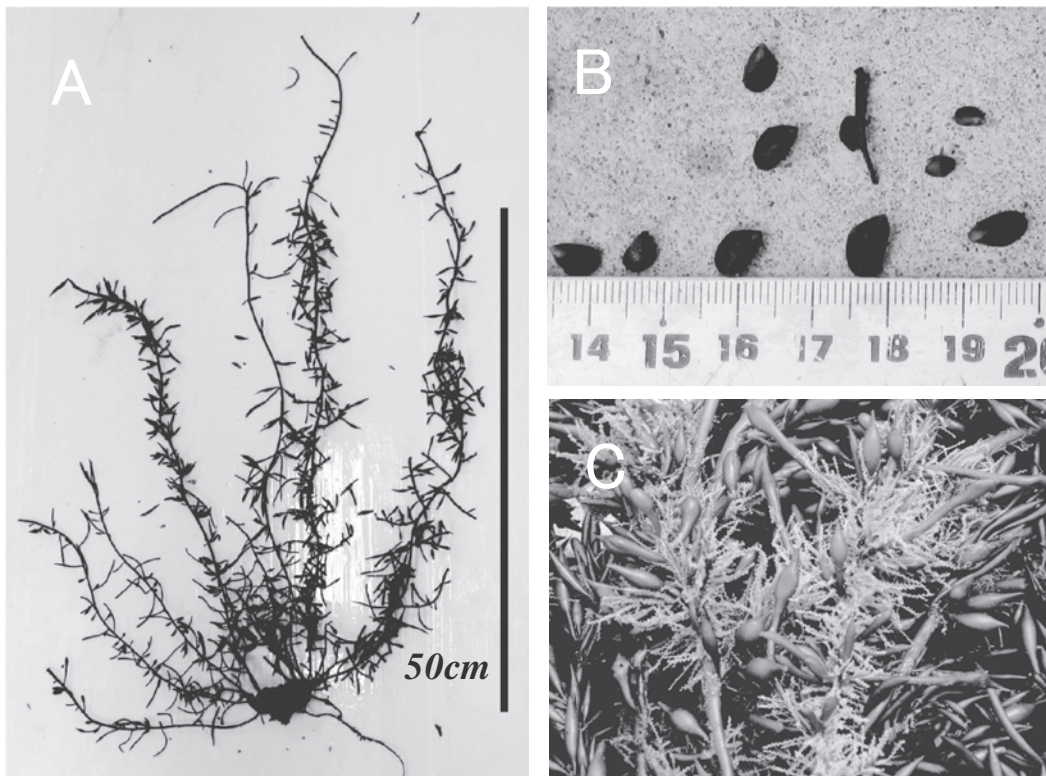


写真2 阿部地先で養殖された種苗Bに由来する主枝と側枝が脱落したヒジキ(写真A), 阿部地先で養殖されたヒジキの仮根付近に着生したムラサキイガイ(写真B), および小鳴門海峡で養殖されたヒジキに付着したキイロウミシバ

養殖開始150日後の5月6日にヒジキを収穫した。主枝の長さは、種苗Aが 118.6 ± 58.6 cm, 種苗Bが 194.9 ± 61.9 cmだった。主枝の長さについて、種苗Aと種苗Bとの間に有意差があった(t検定, $p < 0.01$)。両種苗とも藻体はしなやかさが失われ、側枝が落下しやすくなっていた。また、養殖ロープやヒジキ基部にはムラサキイガイ *Mytilus galloprovincialis* (写真2-B) や環形動物の棲管が見られた。

種苗Aの収量は養殖ロープ14.6mで55kg(湿重量)(ロープ1mあたり3.8kg)で、そのうち46kgを加工に供することができた(廃棄率16.5%)。一方、種苗Bの収量は、養殖ロープ9.95mで83kg(ロープ1mあたり8.3kg)で、そのうち75kgを加工に供することができた(廃棄率10.0%)(表1)。

小鳴門海峡における養殖試験

この海域は阿部地先と比べて海水温が低く、また上昇の速さは遅かった。ヒジキの成長は2010年2月4日に 18.5 ± 4.5 cm, 3月9日に 19.2 ± 6.7 cm, 4月9日に 34.4 ± 11.0 cmと阿部地先と比べると緩やかであった。4月28日に 44.8 ± 18.0 cmに成長したが、養殖ロープにアオサ属海藻の付着と藻体へヒドロ虫綱キイロウミシバ *Sertularella miurensis* の付着がみられた。養殖開始195日後の6月17日に収穫したが、主枝の長さは $103.8 \text{ cm} \pm 46.0$ cmで(図4), 阿部地先と異なり藻体はしなやかで、側枝の脱落もなかった。収穫の結果、養殖ロープ6.6mで29kg(ロープ

1mあたり4.4kg)のヒジキが得られた(表1)。しかし、仮根部とその周囲にアオサ属海藻やムラサキイガイ、環形動物の付着がみられ、また藻体基部の広い範囲にキイロウミシバが付着し(写真2-C), 加工に適さない藻体が多かった。

考 察

種苗の確保

種苗Aよりも種苗Bの成長が良好であった原因は、種苗Bの採苗器設置場所は、陸水の影響が少なく、干出時間が長い浅場のため、種苗に浮泥や雑海藻の付着が少なかったことが考えられる。種苗Bについて、今回、採苗器であるノリ養殖網1枚から得られた種苗の量は養殖ロープ約10m分だった。これは、同様にノリ養殖網を用いた牧野ら(2010)の報告と比較すると40分の1の数量であった。この原因は、使用したノリ網の枚数や重なりの状態、採苗器設置場所の母藻の量や質、海況の差異が考えられるが明らかでない。この採苗方法で大量の種苗を確保する場合、多数の採苗器を長期間設置できる広大な天然のヒジキ場が必須となる。今後は、効率的に種苗を確保するためには成熟した母藻から得た幼胚やヒジキ収穫後の仮根部を利用した人工種苗生産に取り組む必要がある。

養殖試験

阿部地先では4月15日以降、種苗Bの成長が良好であっ

たのは、試験開始前の種苗Bの主枝の方が長かったことおよび付着物の量が少なかったことが考えられる。また、同時期の近隣の天然ヒジキよりも種苗A, Bから生産された養殖ヒジキの主枝の方が倍以上長かったのは、養殖ヒジキは潮汐による干出が無く、常に海中に浸かったままであり、効率的に海水中の栄養塩が吸収でき成長が速かったためと考えられる。また、藻体の広い範囲で主枝または側枝が脱落していたのは、魚類による食害を受けていた可能性が考えられる。

養殖開始後、養殖ロープやヒジキにアオサ属海藻などの藻類やムラサキイガイの付着がみられた。伊藤ら(2008)は、ムラサキイガイは貝殻が黒く、ヒジキとの区別が難しく、完全に選り分けられず夾雑物となる可能性が高いと報告している。ムラサキイガイの産卵から稚貝付着までの期間は水温10~15℃では約3カ月、付着盛期の水温は17~25℃で、水温15℃以上では付着後1か月間で約3mmに成長するとされている(梶原ら1978)。本試験の結果、阿部地先でのムラサキイガイの付着状況やその大きさから、3月以降に付着し成長したものとみられ、水温との関係から判断して梶原らの報告と同様の結果と考えられる。阿部地先の水温は3~4月に15℃、5月上旬には17℃を超える(中西私信)ため、本海域においてムラサキイガイの付着による品質低下を避け、かつ、多く収穫するためには、水温16~17℃を収穫期の目安にするべきと考える。

収量と廃棄率はそれぞれ、種苗Aでロープ1mあたり3.8kg, 16.5%, 種苗Bで8.3kg, 10.0%であり、使用する種苗により収量や廃棄率に差異が生じた。藻体がしなやかで廃棄部が少なく、品質が高いヒジキを収穫するためには、収穫時期の判断が重要である。5月6日に収穫した養殖ヒジキはしなやかさが失われ、ヒジキの側枝が落下しやすくなっていたことから収穫時期が遅かったと考えられた。このことから収穫時期は、収量を増やすという観点では、十分な伸長が期待できる4月中旬以降が良いと考えられる。

一方、小鳴門海峡は阿部地先と比べると成長が緩やかであり、キイロウミシバなどヒジキ加工品の品質を著しく低下させる生物が多く付着した。このため加工用とし

て出荷するには至らなかった。小鳴門海峡周辺は潮流が早いものの、内湾性が強く、栄養豊富で波浪が少ないため付着生物が着きやすい環境と考えられる。このことから、小鳴門海峡周辺は、養殖期間あたりの収量や生産物の品質の観点からヒジキの浮き流し養殖には適さない海域と考えられる。小鳴門海峡でヒジキ養殖生産をおこなうならば、藻体への付着生物対策である干出技術や、藻体が小さくて柔らかく、付着物が少ない3月中に収穫する「早採れヒジキ」を生産するなどの検討が必要である。

以上のことから、効率的な養殖生産のため、種苗の選択と確保、収穫時期の判断など養殖技術の改良の余地はあるものの、阿部地先はヒジキの浮き流し養殖に適した海域であると考えられる。

謝辞

採苗および養殖の施設の設置や管理、野外調査において北灘漁業協同組合および阿部漁業協同組合の方々、徳島県南部総合県民局水産振興担当の方々にたいへんお世話になりました。厚くお礼申し上げます。

文献

伊藤龍星, 中川彩子, 富高郁朗, 寺脇利信, サトイト シリル グレン, 北村 等. 大分県北部干潟域の港内防波堤に形成されたヒジキ群落. 大分県水試調研報2009; 2: 11-15.

伊藤龍星, 寺脇利信, サトイト シリル グレン, 北村 等. 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2008; 56: 97-103.

梶原 武, 浦 吉徳, 伊藤信夫. 東京湾の潮間帯におけるムラサキイガイの付着, 生長および死亡について. 日水誌1978; 44: 949-953.

牧野賢治, 吉見圭一郎, 中西達也, 團 昭紀. ノリ網を用いたヒジキの天然採苗法および養殖への応用. *Algal Resources*2010; 3: 211-216.

山城繁樹, 戸高義敦, 南 元洋. ひじきの加工技術の現状と展望. 2003秋季藻類シンポジウム海藻加工技術の現状と展望 講演集2003, p16-21.

