

徳島県南部沿岸でのクビレツタ養殖の検討

吉見 圭一郎^{*1}, 新井 章吾^{*2}, 山本 浩二^{*3}, 廣澤 晃^{*1}, 團 昭紀^{*4}

An experimental culture of *Caulerpa lentillifera* using vegetative reproduction on the southern coast of Tokushima Prefecture

Keiichirou YOSHIMI^{*1}, Shogo ARAI^{*2}, Kouji YAMAMOTO^{*3}, Akira HIROSAWA^{*1} and Akinori DAN^{*4}

An experimental culture with vegetative reproduction of *Caulerpa lentillifera* was carried out on the southern coast of Tokushima Prefecture. The experiment used the basket culture method and commercial fronds, and the section was set up in consideration of high water temperature, appropriate salinity and light. After two months, the weight of 50 g thalli increased to more than 3,800 g, and the harvested fronds were judged to be high quality by their appearances. The basket culture using commercial fronds made highly efficient of the vegetative reproduction, and scattered colony of this plant grew on the range of this basket. This plant took two months to attain its full growth, required adequate sunlight and the seawater flow out in a sluggish stream to attain its full growth. Although fronds disappeared in the winter when the water temperature became 17 °C or less, since stolon remained, it is thought that reuse was possible as seeds for the next culture. This species of tropical origin is not distributed on the coast of Tokushima Prefecture. However the water temperature of the summer in this region has changed in 20 to 28 °C and salinity is stable in 30 to 35 ‰, it is mostly in agreement with the optimum water temperature and salinity for growth of this alga. Maintenance of the seeds and the culture method of *C. lentillifera* are easy to carry out.

Keywords: *Caulerpa lentillifera* クビレツタ; Stolon 匍匐茎; Assimilator 葉状部; Vegetative reproduction 栄養繁殖; Culture 養殖

沖縄県の特産品としてクビレツタ *Caulerpa lentillifera* の利用価値が高まっており、その葉状部が「ウミブドウ」と称されて、生きた藻体や塩蔵品が販売されるようになった(徳田ほか 1991)。本種は亜熱帯から熱帯域に広く分布する緑藻で、本邦では波照間島・与那国から沖縄島にいたる範囲で生育が認められている(吉田 1998)。

クビレツタは、雌雄の配偶子による有性生殖と藻体の分離による無性生殖で個体発生をおこない、有性生殖の場合には、巨視的な藻体になるまでに6カ月程度を要する。そのため、本種の栽培には、栄養繁殖を利用する方法が簡便かつ効果的で、高水温・適正塩分・高い栄養塩類を充足することができれば、陸上養殖も可能であると指摘している(当真 1984)。

徳島県太平洋沿岸部では本種の分布は確認されていないが、5～11月の水温は20～28℃にあり、クビレツタ生育の至適水温にほぼ一致する。年間を通して塩分濃度が安定しており、漁村が発展する内湾部では栄養塩も豊富と考え

られることから、原藻の移植ができれば、この期間においては当該海域でも繁殖の可能性は高いと思われる。そこで本研究では、生きた葉状部を拡大培養した藻体をクビレツタ養殖用の原藻に用いて(吉見 2003)、栄養繁殖を利用した養殖試験をおこなった。同時に太平洋海域の一部地区で、養殖可能な漁場を検討したので報告する。

材料と方法

牟岐町水産資源栽培漁業センター内の屋外貯水池において、養殖試験をおこなった。貯水池は縦1.7 m・横2.7 m・水深10 cmのコンクリート製で、あわび類 *Haliotis* spp. の種苗生産に用いた海水を常時排出しているため、降雨時にも完全には淡水にならない場所である。自然光が直接当たるので、水温は気温の影響を大きく受ける。原藻とするクビレツタ50 gを詰め入れた網かごは縦40 cm・横40 cm・斜辺30 cmのピラミッド型で、プラスチック製の骨組みの周囲を5 mm目合のメッシュネットが被覆している。網かごは排水の流れが強く影響する場所を選んで、水路の底面に

^{*1} 徳島県立農林水産総合技術センター水産研究所 (Fisheries Research Institute, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Center, Hiwasa, Kaifu, Tokushima 779-2304, Japan)

^{*2} 株式会社 海藻研究所 (Marine Algae Research Co., Ltd., Minatozaka 3-9-4, Shingu, Kasuya, Fukuoka 811-0114, Japan)

^{*3} 徳島県水産課 (Fisheries Section, Tokushima Prefectural Office, Bandai, Tokushima 770-8570, Japan)

^{*4} 徳島県立農林水産総合技術センター水産研究所鳴門分場 (Fisheries Research Institute Naruto Branch, Tokushima Agriculture, Forestry, and Fisheries Technology Center, Seto, Naruto, Tokushima 771-0361, Japan)

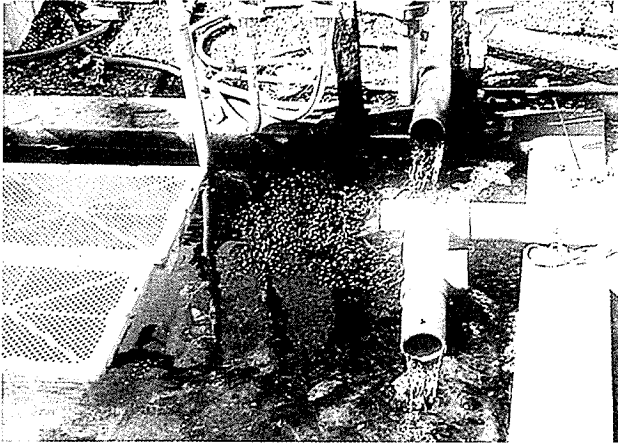


Fig. 1 The culture basket was put in the waterway of the reservoir made from concrete. Drainage from the abalone nursery is flowing 24 hours a day.

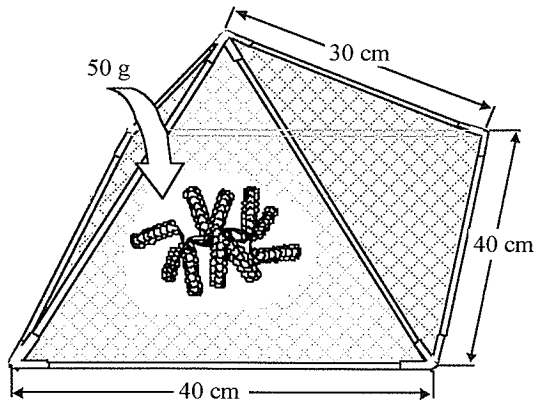


Fig. 2 The experimental apparatus. It has the plastic framework, and the circumference is covered in the mesh network of 5 mm in diameter. A weight of 50 g thalli of *C. lentillifera* was put on the bottom inside the culture basket.

安置した (Fig. 1, 2)。また、一部の網かごは海上の小割り生け簀に吊り下げて、風浪による藻体の千切れ・逸散の状況を観察した。

牟岐地区は養殖の開始から63日後に網かごからクビレツタを取り出し、十分に水分を取り除いた後、藻体全部と摘採した葉状部の重量を測定した。また、多数の小囊からなるクビレツタの葉状部は、海水の流量や日射量によって形態が多様に変化する。本研究では葉状部が長く、小囊が密に詰まった状態が市販品として高品質であると判断し、肉眼的な所見による外観の観察をおこなった。

結果

クビレツタは網地を通して外部によく繁茂し、養殖期間中に旺盛な繁殖力を示した (Fig. 3)。しかし、網かごの表面を被いつくした後は藻体の成長が抑制され、網かご

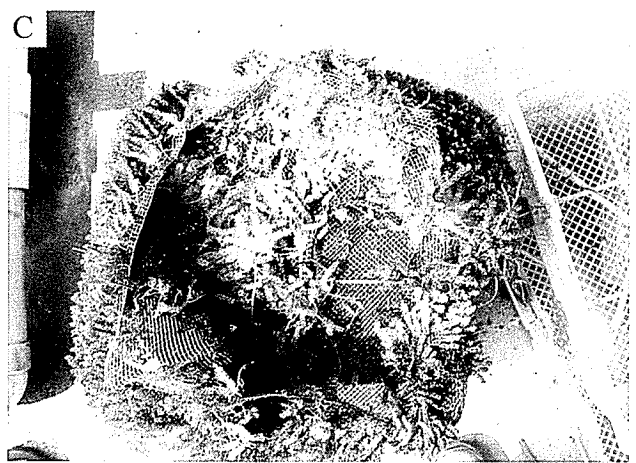
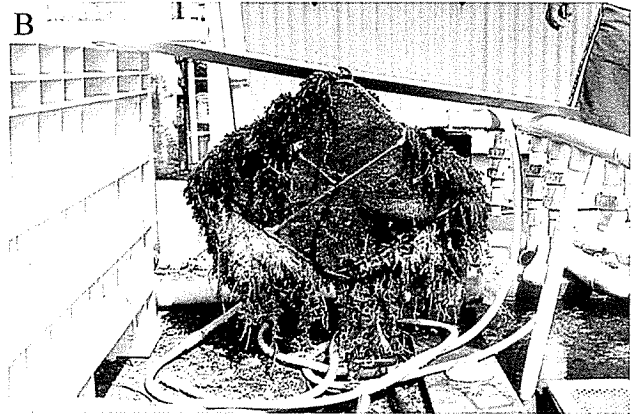
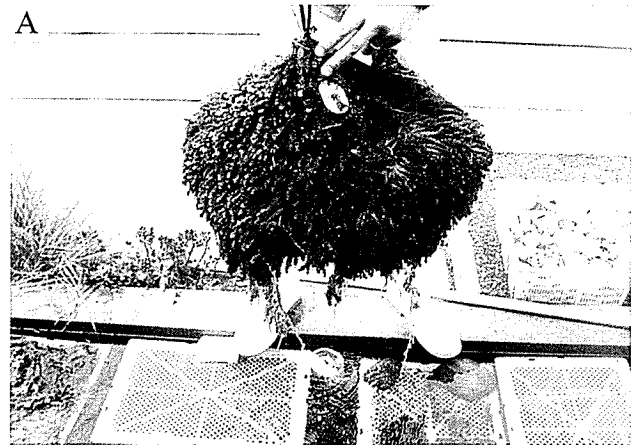


Fig. 3 A: Thalli harvested with the culture basket shown in the Fig. 2. Growth was controlled after thalli covered all the circumferences of the culture basket. B: Thalli of *C. lentillifera* showed some growth at the bottom of the culture-basket. C: Thalli of *C. lentillifera* seldom elongated inside the culture basket.

の最外周にある藻体だけが、基質の外部へ同心円状に匍匐茎を伸ばさせた。網かごの底面には、藻体の繁茂はみられなかった。形成された葉状部は5~10 cmの長さで、球状の小囊は密に詰まり、その色彩が明緑色であったことから、網かごの表面に繁茂したクビレツタの光合成は活発であった。一方、網かごの内部には若干量の藻体が

繁茂したものの、匍匐茎の成長のみが目立ち、葉状部は少なかった。網かごの外部に繁茂した葉状部と比較するとかご内部のそれは短く、間隔の粗い無色の小囊が多かった。

小割り生け簀に吊り下げた網かごからも、クビレツタの藻体が伸長する様子を観察できた。しかし、かごの外部に繁茂した葉状部は強い波浪の影響で千切れ、陸上における試験区ほど大きな群落を形成しなかった。これらは夏季の台風によって逸散し、消滅した。

今回の養殖試験で用いた網かごの表面積は0.35 m²(40 cm × 22 cm × 0.5 × 8 面)で、そこからクビレツタの葉状部 3,298 g が収穫できた(Table 1)。高密度に藻体が繁茂したことから、1 m²から9,423 gの葉状部の収穫が期待できる。収穫した藻体に混入した小さな石やマクサなどの付着物は、数回の洗浄でほぼ除去できた。しかし、一部の藻体にはウズマキゴカイ *Dexiospira forminosus* の棲管が固着し、この除去は困難であった。養殖試験で得られた藻体は小囊数が多く、葉状部の長い形態であった。

考察

牟岐地区へのクビレツタの移植は容易で、市販品の葉状部を原藻に用いたかご養殖は簡便であった。網かごの外部と内部に生育したクビレツタの形態および小囊部の色彩は、基質の表面が藻体に被われた結果、到達する自然光の光量や海水の流動が減少したことが原因で差異が生じたと推察される。そのため、クビレツタの養殖には、高水温・適正塩分・豊富な栄養塩類などの環境条件以外にも、表面積を大きく稼げる基質の選択が重要である。網かごや小割り生け簀、水路などを利用した養殖施設の場合、クビレツタの収穫量は自然光に面する基質の表面積で決定されるので、藻体が基質を被いつくす前に順次摘採すれば、効率よく収穫できるだろう。クビレツタの養殖は投資経費を抑制でき、短期間で収穫できたことから起業までの負担が少ないと考えられる。そして、当該地区においては水温が5月中旬以降、水温が20℃を下回る12月初旬までの6カ月を養殖期間として見込める。その間、藻

体を再利用することで2~3回の摘採が可能と思われる。

クビレツタ養殖の好適地は栄養塩が豊富で潮通しがよく、塩分の若干低い場所である。養殖方法は原藻をかごのなかに入れる単純な方法が手間もかからず、成績もよかったという(当真・仲間 1982, 当真 1983)。また、高水温下におけるクビレツタの成長は良好で、とくに栄養繁殖による藻体の伸長が著しい。反面、塩分・照度・栄養塩類に敏感な特徴を有しており、高密度の群落を形成させるためには、適正な塩分濃度と照度、高い栄養塩類が必要である。波浪の影響による藻体の千切れ・逸散の防止も重要で、常時滞水する場所に限定されているが、これらの物理・化学的条件を満たす漁場では、水深1~2 cmに多く繁茂がみられるという(三浦 1994)。今回の試験では、これらの報告を支持する結果が得られた。とくにクビレツタの栄養繁殖を強く促すには高照度の光条件が不可欠であり、大きな群落を形成させるには藻体の千切れを抑制することが重要と考えられた。

徳島県でクビレツタの養殖をおこなう場合、内湾域に漁場が形成されることが予想される。クビレツタの栄養繁殖を促すには、高水温・適正塩分・豊富な栄養塩類を充足する漁場環境が重用で、小囊を密に形成させるためには20~30 cm/secondの流速が必要である(当真 1983)。このように発育環境が重要であるという視点にたつと、各地先での風浪・栄養塩類・水温変動が大きく異なる徳島県海域では、大規模な養殖が可能な場所や時期は限定されるだろう。今後、各地先における風浪・水温・塩分・栄養塩類の詳細な情報を蓄積することで、養殖漁場の規模が把握できよう。

徳島県沿岸の地形図を Fig. 4 に、1999年4月~2000年3月における徳島県沿岸部の水温と塩分の推移を Fig. 5 に示す。鳴門市から阿南市に至る地域は、吉野川・勝浦川・那賀川などの大河川や多くの小河川を擁し、豊富な栄養塩を利用したスサビノリ *Porphysa yezoensis*、スジアオノリ *Enteromorpha prolifera*、ワカメ *Undaria pinnatifida* の養殖が沿岸部で盛んにおこなわれる。冬季の水温が総じて低く、

Table 1 The results of the experimental cultivation in the Mugi area in the period from 17 July to 17 Sep. 2001.

Experimental station	Culture period	Rearing days	Area of a surface of the culture basket* (m ²)	Thallus weight (g, net)			Assimilator per thallus (%)
				Initial	Final		
					Thallus	Assimilator	
Mugi	July 17 - Sep. 17	63	0.35	50	3,807	3,298	87

* See the footnote Fig. 2.

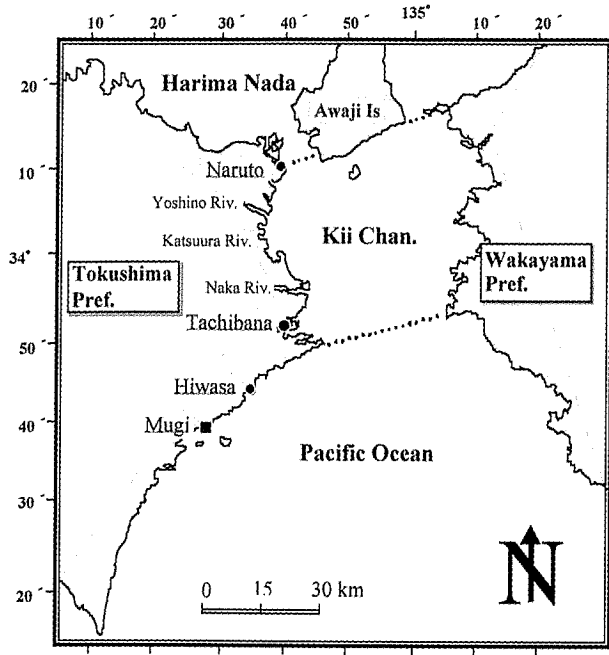


Fig. 4 Map showing the localities along the shore of Tokushima Prefecture. Closed circles (●) indicate the observation points of the seawater temperature and salinity in the northern, central, and southern part areas of Tokushima Prefecture, respectively. The closed square (■) indicates the experimental station of the basket culture at the southern part coast. Since the northern and central part areas have many large and small rivers, under the influence of fresh water which flows out of rivers, as for areas along the coastal waters, the salinity falls over a long time.

とくに湾内や河口周辺の水温は10℃を下回ることも多いので、クビレツタの1年間を通しての生育は困難と考えられる。7～9月までの水温は22～27℃で推移し、当該期間であれば繁殖の可能性は高いが、養殖期間が短いので、原藻の維持・確保に資本を投入する必要があり、経済的な収支が疑問視される。また、この期間は降雨が多いために、河川から流出する淡水により、沿岸部では長時間にわたって塩分濃度が低下する場所が多い。当真による海水濃度別の養殖試験では、20～22‰では約7時間で活性を失い、33‰ではもっとも高い増重率360%を示し、39‰の高塩分でも重量比率で110%の増加であったという(三浦 1994)。栄養塩類は豊富であるが、塩分濃度が18～25‰と大きく変動する海域であることから、クビレツタの生育には不安定な環境と推察される。

太平洋沿岸部は大きな流量を持つ河川が少なく、黒潮の小蛇行にともなう内側反流や沖合を流れる黒潮とその分枝流の暖水が強く影響する。そのため、紀伊水道沿岸部より

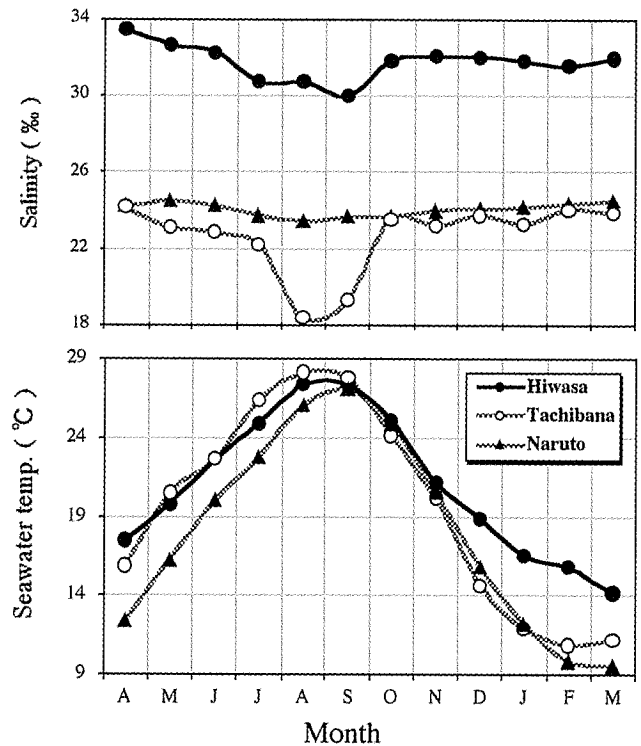


Fig. 5 Seasonal changes in the monthly averages of the seawater temperature and salinity in the coastal waters of Tokushima Prefecture from April 1999 to May 2000. The salinity of the Naruto area on the northern coast and the Tachibana area on the central coast are sharply changed with 18 to 25 ‰. The salinity of Hiwasa area on the southern coast is stable from 30 to 34 ‰. The seawater temperature changes of the summer on the southern and central coasts are mostly in agreement. However, the central part coast has the remarkable fall of the seawater temperature in November and afterwards, and the seawater temperature falls to 10 °C or less during the temperature minima in February. Although the Naruto area has a slower rise of the seawater temperature in March and afterwards, the descent of the seawater temperature in November and afterwards shows the same tendency as the central coasts.

も冬季の水温が高く、3月以降の水温上昇も早い。多くの地区では夏季に亜熱帯的な様相を呈し、5～11月までの水温は20～28℃で推移する。年間の塩分濃度は30～34‰で安定しており、漁村が発展する地区では外海域と比較して富栄養化が進行している。このように、太平洋沿岸部では高水温・適正塩分・豊富な栄養塩類を充足する恵まれた生育条件を備えた場所が多いことから、栄養繁殖を利用したクビレツタの養殖は順調に促されるだろう。なかでも牟岐町から穴喰町に至る地域は、冬季の水温が15℃を下まわる場所が少ない。室内で市販品の葉状部を海水をかけ流して

維持・管理をした際の水温は15℃を下まわり、その期間はクビレヅタの生理活性が低下して、あらたな組織の発達は鈍化したものの、葉状部は死滅せずに千切れや退縮も観察されなかった。

今回の試験では、原藻の確保からかご養殖までの養殖技術を、漁業者自らが着業しやすい方法を提案できた。南部海域では夏季における海藻養殖の実態がないことから、養殖可能な有用海藻の掘り起こしは、漁家経営の一助になると期待される。一方、加工方法と市場動向の把握が今後の検討課題として残っている。水分を拭き取ったクビレヅタの葉状部は7日間程度の空中活力を持つので、販路を開拓できれば出荷方法にあい路は少ない。反面、生食される海藻であることを考慮して、可食部の汚れ—浮泥・小石・雑藻・原生動物・端脚類・多毛類の除去には十分な配慮が必要である。たとえば、クビレヅタの収穫後、藻体を痛めないように清浄な海水で繰り返し洗浄すれば、付着物の大部分は取り除けるだろう。塩分濃度を調節した海水に浸漬すれば、原生動物・端脚類なども大部分が除去できる。ウズマキゴカイの棲管は、付着した部位を葉状部ごと除去すればよい。今後、徳島県の南部沿岸域でクビレヅタの養殖を進めるためには、消費者のニーズを的確に捉えることが

重要で、国内における生鮮出荷品の動向と販路拡大を検討する必要があるだろう。

謝辞

業務の遂行に際し、施設の提供および手入れ・収穫に尽力して下さった牟岐町水産資源栽培センターの久米 匡章氏、小磯 順一氏に感謝する。

文献

- 三浦 昭雄編：クビレヅタ「食用藻類の栽培」．恒星社厚生閣，東京都，69-80 pp. (1994).
- 徳田 廣，川嶋 昭二，大野 正夫，小河 久朗編：海藻の生態「海藻の生態と藻礁」．緑書房，東京都，1991，7 p. (1991).
- 当真 武，仲間 勲：クビレヅタ養殖試験．昭和 55 年度 沖縄水試事報，113-117 (1982).
- 当真 武：クビレヅタ養殖に関する基礎的試験 - II ．昭和 56 年度 沖縄水試事報，187-197 (1983).
- 当真 武：新しい海藻資源 クビレヅタ．水産の研究，3 (3)，49-51 (1984).
- 吉田 忠生：新日本海藻誌．内田老鶴圃，東京都，99 p. (1998).
- 吉見 圭一郎，新井 章吾，山本 浩二，團 昭紀，廣澤 晃：市販品を用いたクビレヅタ養殖用の藻体培養．徳島水産研報，2，47-48 (2003).