

暖海土佐湾における熱帯性紅藻キリンサイの Green type と Brown type の生長速度

矢野誠¹・筒井功²・大野正夫³

¹高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設 〒781-1164 高知県土佐市宇佐町井尻194

²(独)国際農林水産業研究センター

³四国土建株式会社 〒781-8010 高知市棧橋通2丁目12-4

Growth rates of green and brown types on *Kappaphycus alvarezii* cultivation in the Tosa Bay, warm waters

Makoto Yano¹, Isao Tsutsui² & Masao Ohno³

¹Usa Marine Biological Institute, Kochi University, Usa, Tosa, Kochi 781-1164, Japan

²JIRCAS Southeast Asia Office, Phaholyothin Rd. Laduao, Chatuchak, Bangkok 10900, Thailand

³Shikokudoken Co.Ltd. 2-1, Sanbashi-Tori, Kochi 780-1873, Japan

Abstract: The carageenophyte *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty from the Philippines has been cultivated in the warm waters of Shikoku Is., Southern Japan since the 1990's. The cultivation method used for this study employed green and brown type fronds on floating ropes. Daily growth rates of green and brown type fronds, increased to 2-5 % in water temperature of 20-30 °C. The growth rates increased as water temperature increased. The biomass of the initial material increased by 30-40 times after one month under good cultivation conditions. The fronds below a depth of 2m were consumed by fish; moreover, there were no clear differences in the growth rate at depth shallower than 2m.

Key words: brown type, cultivation, green type, *kappaphycus alvarezii*

緒 言

海藻類の紅藻キリンサイ類の仲間は暖海から熱帯海域に繁茂する海藻である。キリンサイ類は、海藻粘性多糖類として、プリン、コーヒーミルク、化粧品などの素材となるカラギナンの原料とし

て、フィリピン、インドネシアやタンザニアなどの熱帯海域で大規模に養殖が行われている。

大規模養殖されているキリンサイ *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty は、養殖業者や仲買人によって“コットニー”と呼ばれている。これは、養殖が開始された頃は、学名が *Euchuema cottonii* であったので、そのまま、“コットニー”の名が使われている。 *K. alvarezii* には、赤褐色タイプ（紅藻色、Brown type）と遺伝的に phycoerythrine（紅色色素）が欠如した青緑色タイプ（Green type）がある。熱帯海域のキリンサイ養殖場では環境条件により、2つのタイプを選択して行われているが、生長などの比較は行われていない。高知大学では、1992年からキリンサイ株をフィリピンから移植し培養試験が行われてきた（大野ら、1999）。

本報告では、高知大学で維持してきた Brown type と Green type 藻体を用いて、土佐湾における海面養殖の事業化に向けて、生長に関する試験養殖が行われたので報告する。

材料と方法

高知大学総合研究センター海洋生物研究教育

施設で、養殖・培養保存されていたGreen typeとBrown typeの*K. alvarezii*藻体を、生重量で10-20 gの範囲に切断し、7 mのテグス糸(φ 1mm)に、プラスチック糸で30 cm間隔に結び付けて7 m²枠の生簀の水面下30 cmの位置に水平に吊るした(Fig. 1A, B)。養殖試験は、2006年5月から10月の期間に行われた。養殖場所は、高知県下、土佐湾中央部に位置する浦の内湾の湾口部の宇佐漁協市場前(定点A)と、湾内より3 kmほど奥に入った下中山(定点B)の2定点で行われた。生長の測定は1週間ごとに行い、月ごとに新たな試験試料をセットした。生長量は1週間ごとの生長倍率と日間生長率で表した。日間生長率は、Mairh *et al.* (1986)による下記の式で求めた。

$$\text{日間生長率(\%)} = (\sqrt[n]{N_2/N_1} - 1) \times 100$$

n= 培養期間, N₂= 培養期間後の生重量, N₁= 培養開始時の生重量

キリンサイの水深別養殖試験は、2006年10-11

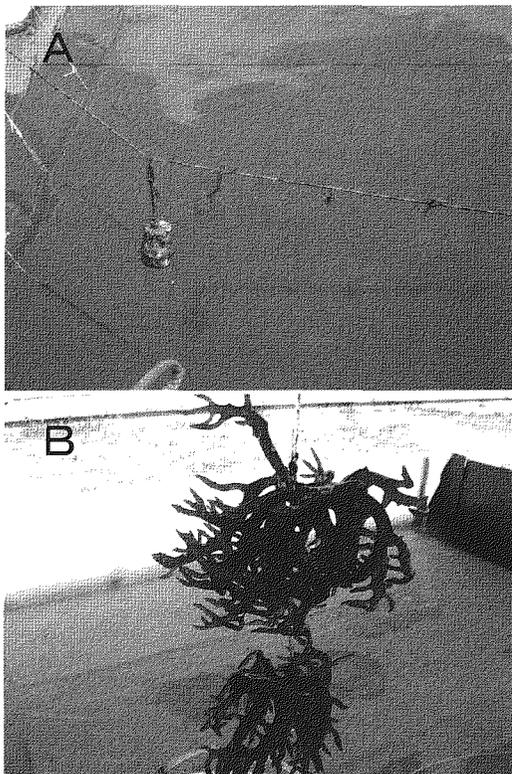


Fig. 1. **A:** *Kappaphycus alvarezii* fronds at initial stage of the cultivation in May, 2006. **B:** *Kappaphycus alvarezii* green type fronds at growing stage of the cultivation in August, 2006.

月の期間に行われた。試験方法は藻体をテグス糸に生重量で10-20 gの範囲に切断し、プラスチック糸で50 cm間隔に固定して、水面下50 cmから水深5.0 mまで藻体を吊るして行った。藻体の観察と生重量測定は10日おきに行った。生長の表示は測定開始時の生重量に対する10日後の増加重量倍率で表示した。環境要因として、生長の測定時に表層水温と塩分を測定した。

結 果

高知大学総合研究センター海洋生物研究教育施設で保存してきたキリンサイ株は、1990年代にフィリピンより移植し、夏季に海面養殖をしてきた。11月末より水温が20℃以下になると藻体の生長が止まり枯死してゆくので、藻体は温度調整がされた屋内培養水槽に移して維持されてきた。培養水槽は加温して水温を20-23℃に保ち、エアレーションをした。冬季の屋内水槽培養では、わずかに生長する状態で培養を行い、5月になり水温が20℃以上になった時から海面養殖方式に移すことを毎年行い、保存株が維持されてきた。今回も養殖試験は5月より開始された。

環境条件: 浦の内湾の水温はFig.2に示すように、5月に入り本試験養殖開始時は、湾口部定点A、下中山定点Bで20.8℃で差異がなかった。水温は次第に上昇し5月末には23.2℃、6月には25.8-27.0℃の範囲で推移し、7月には26.8-28.5℃と上昇し、8-9月には27.0-30.0℃となった。10月になると水温は27℃から低下し、10月末には25.7℃になった。

塩分は、6月の梅雨期には降雨により低下が著しく、19-24 psuになった(Fig.3)。夏季になると塩分が上昇して、29-32 psuとなった。本養殖試験が行われた期間は、大雨が続かない時には、塩分は30psu以上に維持された。

水平的養殖における生長: 冬季の間、屋内水槽で培養維持してきたキリンサイ藻体を海面に移植すると、藻体から多くの芽が出てきた。芽生えは、さらに不規則に分枝しつつ太くなっていった。キリンサイ藻体のGreen typeとBrown typeの藻体の生長試験では、1ヶ月ごとに測定試料を新たに供したが、1週間ごとの生長倍率と日間生長率をFig.4に示す。養殖が開始された5月中の藻体の生長速度は低く、日間生長率は2%以下であったが、6月に入って水温の上昇とともに生長速度は増大し、日間生長率は3-4%に達

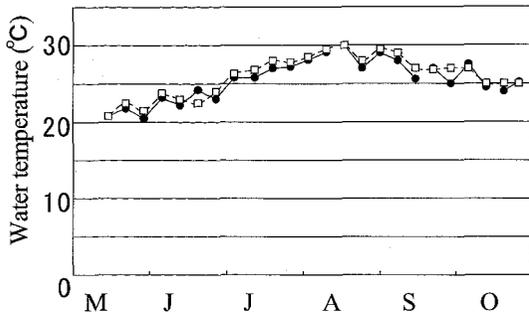


Fig. 2. Seasonal changes of water temperature at two different research stations. ●: St.A, □: St.B.

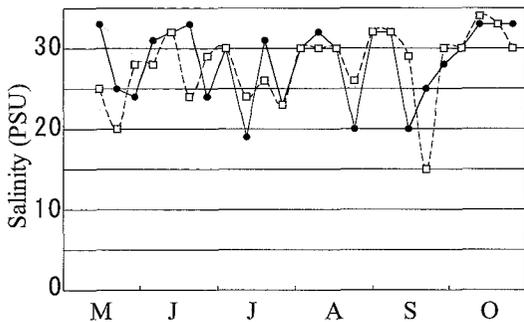


Fig. 3. Seasonal changes of salinity at two different research stations. ●: St.A, □: St.B.

した。8月には日間生長率は5%以上になり、1週間で2倍以上の重量の増大がみられた。8-9月の養殖期間中は、藻体は粘性成分“ぬめり”があり、藻体に付着動物はつかなかった。11月になると生長速度が低下し、“ぬめり”成分が少なくなり、藻体にウズマキゴカイや小型甲殻類などの付着生物の着生がみられるようになった。

9月に定点Aにおいて、藻体の分枝様式が規則的二分枝をしなくなったが、これらの藻体を定点Bに移すと従来の分枝様式になった。この結果から、藻体の分枝様式は、環境要因によって変化しやすいことが認められた。

垂直養殖試験における生長：3本のテグス糸に藻体を固定して3回の試験が行われたが、垂下1週間後の調査で1.5 m以下の水深の藻体はなくなった。残存した藻体をみると魚の食み跡が見られた。魚は、周囲を遊泳していたウマヅラハギと推察された。水深0.5 mから1.5 mまでの水位では、Table 1に示すように10日後の生長倍率は、0.4-2.16の範囲で生長し、水深による生長の差異は明瞭ではなかった。

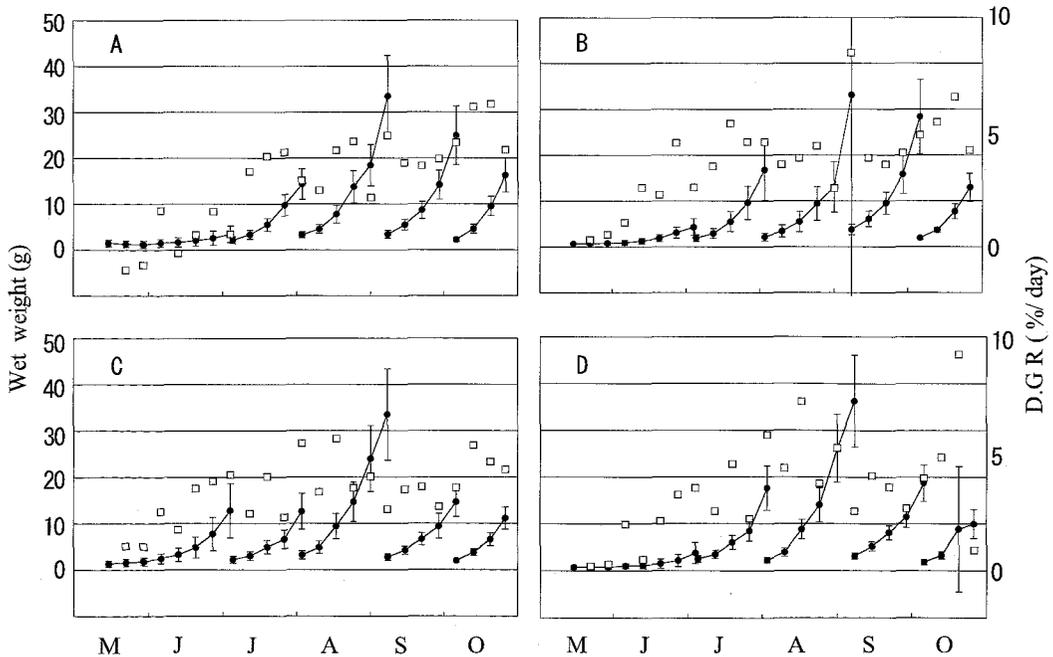


Fig. 4. Seasonal changes of growth and daily growth rates for two types of *Kappaphycus alvarezii* at two different research stations. A: St.A Green type, B: St.A Brown type, C: St.B Green type, D: St.B Brown type. ●: wet weight of *Kappaphycus* thalli, □: daily growth rates.

Table 1. Growth rate of *K. albvarezii* plants hanging on the three vertical ropes

Depth (m)	Initial	Oct.27-Nov.6			Nov.6-16			Nov.16-27		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
0.5	1	1.48	1.88	2.05	1.27	1.52	1.47	1.65	0.4	1.95
1	1	2.09	1.48	2.01	1.81	1.92	1.9	2.05	1.15	0.83
1.5	1	1.28	1.14	1.99	1.74	2.16	1.98	1.23	nil	nil
2	1	nil	nil	nil	1.69	1.69	1.5	nil	nil	nil
2.5	1	nil	nil	nil	1.6	0.78	2.25	nil	nil	nil
3	1	nil	nil	nil	1.08	1.2	nil	nil	nil	nil
3.5	1	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil
4	1	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil
4.5	1	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil
5	1	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil	nil

考 察

フィリピンやインドネシアのキリンサイ養殖業者によると、Green typeの藻体は生長が幾分遅いが、環境変化に強いとされている。タンザニアでは、ほとんどGreen typeが使われている養殖写真を入手している。今回の水平養殖試験では、Brown typeとGreen typeの藻体の間には、明瞭な生長速度の差異があることを予測したが、土佐湾の環境では、藻体の形状や藻体への付着生物の着生に差異が認められなかった。大きな差がでるのは、日光の強さや採取や種苗の取り付け時の耐久力に差があるのでないかと推察した。

本試験でのキリンサイの生長速度は、水温が25℃以上になると、日間生長率は4%以上になることが多かった。30℃を越える高温時でも生長は良好であった。フィリピンでの事業化されたキリンサイ養殖での日間生長率は、4.5%であり (Trono & Ohno, 1989), 1999年に同じ浦の内湾で行なわれたキリンサイの海面養殖試験では、日間生長率が8%にも達した時もあったが、通常5%以下で (大野ら, 1999), 今回の生長速度と似た値であった。また、曇天や降雨が続くとキリンサイ藻体の生長速度が低下し、キリンサイの生長には光量が強く影響していることが推察された。キリンサイの生長は、11月水温が25℃より低下すると生長速度が低下し、藻体からの“ぬめり”成分が少なくなることが今回確認された。この“ぬめり”があるときには、付着動植物が固着しないので、動物忌避物質として働いている可能性が考えられた。本研究の結果からキリンサイは、25℃以上の水温条件に適応する熱帯性海藻の特性が著しい海藻であるこ

とがわかった。塩分条件に関しては、塩分の高い状態の方が生育は良好であるが、15 psuほどの低塩分でも耐えて生育を続けるが、生長速度が低下することがわかったことにより、梅雨期の養殖管理が、重要であると推察された。

浦の内湾のキリンサイ養殖では、今まで魚による食害の報告がなかったが、今回の試験で、表層に遊泳する魚類は藻食でなく、深い水域に生息する魚類が、キリンサイを食することわかった。いままで、光量の関係で表層付近でのキリンサイ養殖を行ってきたので、魚類による害はなかったが、今後は、このような魚類による食害にも注意を払って養殖を行う必要がある。以上のような結果から、浦の内湾では夏季には、熱帯海域と同じようにキリンサイ養殖の事業化が可能であることが推察された。

引用文献

- Mairh, O.P., M. Ohno & Soe-Hton 1986. Culture of *Eucheuma striatum* (Solieriaceae, Rhodophyta) in sub-tropical waters of Shikoku, Japan. Bot. Mar., 29: 185-191.
- 大野正夫・矢野誠・平岡雅規. 1999. カラギナン原藻 *Kappaphycus albarezii* の暖海域における養殖技術. Bull. Mar. Sci. Fish., Kochi Univ., 19: 27-35.
- Trono, G.C. & M. Ohno. 1989. Seasonality in the biomass production of the *Eucheuma* strain in northern Bohol, Philippines. pp. 71-80 in I. Umezaki (ed.) *The report of scientific survey of marine algae and their resources in the Philippines Island*, Kyoto Univ., Kyoto.