徳島県牟岐町沿岸における褐藻クロメの成長周期

小島 博, 谷口和也

(1993年12月13日受付)

Annual Growth Cycle of the Brown Alga *Ecklonia kurome* (Laminariaceae; Phaeophyta)
off Mugi Coast of Tokushima Prefecture, Japan

Hiroshi Kojima*¹ and Kazuya Taniguchi*²

The annual growth cycle of the brown alga, *Ecklonia kurome* was surveyed by the leaf-marking method from August 1991 through August 1992 off the Mugi coast of Tokushima Prefecture, Japan. The growth rates of both stipe (length and diameter) and lateral blades (number and length) were high from December through May, and low from May through December, when lateral blades with sori showed an increase. The annual formation and elongation of lateral blades were greater than the annual decay and withering in the plants with stipe length below 20 cm, and were less in plants with stipe length above 24 cm. The plants with stipe length of 24 cm showed the highest fallout products, which had 78 lateral blades and were 33.5 m in length.

キーワード: クロメ, 褐藻, 成長, 生産量

コンブ科褐藻のクロメは太平洋に面する和歌山県、高知県や瀬戸内海、九州中北部、佐渡島以西の日本海などに分布し（最近、山形県鶴岡市沿岸においてもクロメの分布が著者の一人、谷口によって確認された）^{1,2)} 近縁のカジメやアラメと同様に漸深帯に海中林と呼ばれる広大な優占群落を形成する。このため、クロメはアワビ類、サザエ、ウニ類など有用な植食動物に対して餌料を供給したり、魚介類の産卵、保育場となることなどによって、沿岸岩礁域の基礎生産の役割を担っている。クロメ海中林に基づく漁業生産を安定的に維持するためには、クロメにおいてもカジメやアラメで明らかにされたように生活年周期および生産力³⁻⁸⁾ならびに群落の維持機構⁹⁻¹²⁾を推定して、海中林の造成や維持管理技術確立が必要がある。

これまで、徳島県沿岸においてはクロメの分布に関する報告はなかったが、著者らは徳島県牟岐町の牟岐港沖水深 12 m の砂質の海底にある岩礁上にクロメの優占群落を 1991 年 7 月に発見することができた。そこで、この群落を対象に、個体に標識を付け、茎状部と葉状部の成長速度の季節変化を側葉の新生、脱落数および伸長、末枯量などの測定によって明らかにしたので、それらの結果をとりまとめて報告する。

調査方法

徳島県海部郡牟岐町の牟岐港沖水深 12 m の砂質の海底にはほぼ東西南北 50 m の範囲に、10~20 m 間隔で 2 列の断続する岩礁があり、クロメの優占群落形成されている (Fig. 1)。岩礁は最も高い場所でも砂質の海底から 1.5 m ほどではほぼ平坦である。岩礁の東端部に生育する

Fig. 1. Map of survey site at Mugi, Tokushima Prefecture.

*¹ 徳島県水産試験場 (Tokushima Prefectural Fisheries Experimental Station, Hiwasa, Kaifu, Tokushima 779-23, Japan).

*² 東北区水産研究所 (Tohoku National Fisheries Research Institute, Shinjima, Shiogama, Miyagi 985, Japan).

クロメのうち茎長および茎径の異なる5個体の仮根部に塩化ビニル製の番号札を取り付け、標識とした。

1991年8月より1992年8月の1年間に1~2カ月に1回、標識個体の茎長、茎径、および側葉長を水中で直接測定した。ここで、茎長とは仮根直上部から茎葉移行部までの長さ、茎径とは茎状部中央の直径、側葉長とは10 cm以上の側葉の中央葉と接する基部から先端までとした。また、10 cm以下の側葉原基数も測定した。なお、10 cm以上の側葉については側葉の基部より5 cmの位置に直径5 mmの穿孔を施して側葉の識別をし、更新経過を記録した。

結 果

標識個体ごとの茎長と茎径の季節変化をFig. 2に示した。茎長は1991年8月から1992年8月までの1年間に標識個体Aが6.8 cmから15.5 cmへ、Bが19.3 cmから29.6 cmへ、Cが20.5 cmから24.4 cmへ、Dが24.0 cmから30.0 cmへ、Eが32.0 cmから33.7 cmへとそれぞれ成長した。茎長の1年間の伸長量はA, B, C, D, およびEそれぞれ8.7, 10.3, 3.9, 6.0, 1.7 cmで、短い茎長の小型個体ほど高い傾向がうかがわれた。また、すべての個体で12月から5月までは盛んに伸長し、5月から12月まではほとんど伸長しないという明瞭な季節変化が観察された。一方、茎径においても1年間の肥大量は標識個体A, B, C, D, およびEそれぞれ7.1, 2.1, 0.2, 0.9, 0.2 mmと明らかに小型個体ほど高く、12月から5月までの期間で高かった。このように茎長と茎径からみた茎状部の成長は小型個体で著しく、大型個体でゆるやかになるとともに、12~5月に著しく、5~12月にゆるやかになる

Fig. 2. Seasonal changes in stipe length (top) and diameter (bottom) in tagged plants A to E of *Ecklonia kurome*.

という季節性が認められた。

次に、葉状部の季節変化を明らかにするため、茎状部からみて最も大型と考えられた標識個体Eにおける側葉の更新経過と標識個体A~Eの最も長い側葉長の平均値の季節変化を観察した (Fig. 3)。標識個体Eにおいて、8月から12月にかけて側葉の末枯と脱落が著しく進行するのに対して、新生と伸長がほとんどないため、12月には側葉数9枚および側葉長30 cmと、ともに年間最低となった。この間にみられた側葉は以後3~4カ月ですべて脱落し、新しい側葉に更新した。続く12月から5

Fig. 3. Seasonal changes in renewal process of lateral blades in tagged plant E of *Ecklonia kurome* (bottom) and average lateral blade length with standard error in five tagged plants (top).

Dark bars represent decayed or withering lateral blades, shaded bars represent remaining laterals and white bars represent new laterals or new growth on laterals.

Fig. 4. Monthly or bimonthly integrated totals of number of lateral blades formed (solid lines), number decayed (dotted lines), and number of lateral blades at a given month (circles and solid lines) in the tagged plant A to E of *Ecklonia kurome*.

月にかけては側葉の末枯と脱落よりも新生と伸長が著しく進行して、5月には側葉数18枚と年間最高になるとともに、12月から3月にかけて新生した側葉が年間最長の70 cmを記録した。以後8月にかけては、側葉の新生および伸長の低下がみられた。一方、標識した5個体の平均側葉長は12月に年間最低値を、5月に最高値を記録した。

茎状部の大きさ別に標識した個体ごとの側葉数の相違を明らかにするため、Fig. 3に例示した測定資料に基づいて側葉数の季節変化および側葉数を決定する側葉の新生数と脱落数の累積値をFig. 4に示した。比較的小型の標識個体A, B, およびCにおいては側葉数は1991年8月より1992年8月の方が明らかに増加をみせた。これらに対して、大型の標識個体DおよびEにおいては12月から2月に少なく、5月から8月に多いという季節変化で、1981年8月に比較して1982年8月には減少をみせた。新生数と脱落数の累積値の変化を比較してみると、標識個体AとBにおいては調査期間を通して新生

Fig. 5. Seasonal changes in the average rates of formation and decay of lateral blades (top), elongation and withering (middle), and number of new lateral blades (bottom) in the tagged plants A to E of *Ecklonia kurome*.

数が脱落数を上回り、Cにおいては8月から翌年2月まで脱落数が、2月以降新生数がそれぞれ上回った。他方、標識個体DとEにおいては調査期間を通して脱落数が新生数を上回っていた。

側葉の新生と脱落の季節性をより詳細に明らかにするため、側葉の1日当たりの新生数、脱落数、伸長量、末枯量と側葉原基数の季節変化を5個体平均値として求め、Fig. 5に示した。側葉の新生速度は8月から12月中旬までの間、0.1枚/日以下と極めて低く経過した後、上昇を始めて2月中旬から3月上旬の間には約0.8枚/日と年間最高値を記録した。その後8月にかけて再び低下していった。脱落速度も8月から2月にかけて上昇し、2月中旬から3月上旬に約0.6枚/日と年間最高値を記録してから低下していく傾向は新生速度の場合と類似していたが、6月から7月上旬に約0.2枚/日と比較的高い値

Table 1. Total number of lateral blades formed (I) and decayed (II), and total length (m) of lateral blades elongated (III) and withered (IV) in five tagged plants of *Ecklonia kurome* from Aug. 1991 through Aug. 1992

Tagged plant	Stipe length (cm) at Aug. 1991	I	II	I-II	III	IV	III-IV
A	6.8	68	44	24	23.4	11.3	12.1
B	19.3	66	42	22	20.1	16.7	3.4
C	20.5	60	50	10	25.1	20.4	4.7
D	24.0	74	78	-4	33.5	33.5	0.0
E	32.0	54	56	-2	24.3	25.5	-1.2

を記録する点で異なっていた。側葉の伸長速度の変化は新生速度の場合とほぼ同様な傾向を示して経過し、年間最高値が2月中旬から3月上旬にかけて約30 cm/日と極めて高かった。また、伸長速度は年間最高値を示した期間の以前と以後では以後の方が高かった。末枯速度については当初8月に約7.0 cm/日を示して後2月中旬まで4.0 cm/日と経過し、脱落速度と類似して2月中旬から3月上旬に20.0 cm/日と上昇した。その後再び4.0 cm/日と低下し、6月から8月にかけて10.0 cm/日と上昇した。茎葉移行部にみられる側葉原基数は8月に最低値を記録して後増加し、2月中旬から3月上旬にかけて最高値を記録するという側葉新生速度の変化を裏付ける結果が得られた。

Fig. 3~Fig. 5に基づき標識個体ごとに1年間の側葉の新生数と脱落数、およびそれらの差(新生数-脱落数)、伸長率、末枯量、およびそれらの差(伸長量-末枯量)を計算してTable 1に示した。側葉の年間新生数は54~82枚、年間脱落数は44~78枚であった。一方、年間伸長量は20.2~33.6 m、年間末枯量は12.0~33.4 mであった。新生数と脱落数の差は調査開始時の茎長が6.8 cmの標識個体Aが24枚と最も多く、ついで19.3 cmのBが22枚、20.5 cmのCが10枚であり、24.0 cmおよび32.0 cmのDおよびEは新生数が脱落数を下回った。年間の伸長量と末枯量の差は茎長6.8 cmの標識個体Aが12.1 mで最も大きく、次いで茎長6.8 cmと20.5 cmのBおよびCが3.4, 4.7 mであった。茎長24.0 cmの標識個体Dは伸長量と末枯量が等しく、茎長32.0 cmのEでは伸長量が末枯量を下回った。

考 察

徳島県に分布することが明らかになった牟岐町沿岸のクロメは茎状部において12月から5月にかけて盛んに成長し、5月から12月にはあまり成長しないことが分かった。葉状部においても12月から5月にかけては側葉が盛んに新生されて脱落する側葉数を上回り、良く伸長して5月に側葉数も側葉長も年間最高となり、5月か

ら12月にかけては側葉の脱落数が新生数を上回るとともにあまり伸長せずに12月に側葉数も側葉長も年間最低になるという茎状部と対応した明瞭な季節変化を示すことが明らかになった。

当沿岸の標識個体によって観察されたクロメの成長周期は、宮崎県¹³⁾および和歌山県¹⁴⁾で採集個体に基づいて推定された季節変化とほぼ同様であるとともに、中部太平洋沿岸におけるカジメ⁸⁾および東北地方沿岸におけるアラメの成長周期⁵⁻⁷⁾とも類似して、側葉原基数や側葉長などの季節変化がほとんど一致した。

クロメの12月から5月にかけての茎状部と葉状部の成長速度は、調査開始時の茎長が20 cm未満の小型個体ほど高く、20 cm以上の大型個体で低かった。個体の生産量を算定する基礎となる側葉脱落数と末枯量は、茎長24 cmの個体が最も高く、茎長が短い小型個体になるにつれてそれらは低下するとともに、より長い大型個体においても低下した。これらのことから、茎長がほぼ20~25 cmの範囲にある個体が最も生産力が高く、萌出から茎長が20~25 cmに達するまでは体の増大が先行する成長過程にあり、茎長25 cm以上になると老化していくものと考えられる。

謝 辞

この研究は水産庁の補助事業である資源管理型漁業推進総合対策事業の一環として行った。また、調査に際しては牟岐東漁業協同組合の井元健二組合長をはじめ職員各位に種々ご便宜をいただいた。さらに、南オーストラリア水産研究所(South Australian Research and Development Institute)のシェファード(S. Shepherd)博士には英文のご校閲をいただいた。ここに記して各位に御礼申し上げる。

文 献

- 1) 岡村金太郎: 日本海藻誌, 内田老鶴圃, 東京, 1936, pp. 1-964.
- 2) 吉田忠生, 寺脇利信: 褐藻クロメのタイプ標本, 藻類, 38, 187-188 (1990).

- 3) Y. Yokohama, J. Tanaka, and M. Chihara: Productivity of the *Ecklonia cava* community in a bay of Izu Peninsula on the Pacific coast of Japan. *Bot. Mag., Tokyo*, **100**, 129-141 (1987).
- 4) 吉田忠生: アラメの物質生産に関する 2・3 の知見. 東北水研研報, **30**, 107-112 (1970).
- 5) 谷口和也, 磯上孝太郎, 小島 博: アラメの 2~4 歳個体の生長および成熟についての観察. 藻類, **39**, 43-47 (1991).
- 6) 谷口和也, 小島 博, 山田秀秋: 褐藻アラメの 1 歳個体の成長と成熟. 日水誌, **59**, 441-444 (1993).
- 7) 谷口和也, 小島 博, 磯上孝太郎: 褐藻アラメの 5, 6 歳個体の成長と成熟. 日水誌, **59**, 1349-1353 (1993).
- 8) R. Haroun, Y. Yokohama, and Y. Aruga: Annual growth cycle of the brown alga *Ecklonia cava* in central Japan. *Topics in Marine Biology. Ros. J. D. (ED). Scient. Mar.*, **53**, 349-356 (1989).
- 9) 喜田和四郎, 前川行幸: アラメ, カジメ群落に関する生態学的研究—V 茎長組成および年齢群の季節変化. 三重大水产研報, **12**, 119-129 (1985).
- 10) 谷口和也, 鬼頭 鈞: アラメ群落における年級群組成の変動. 日水誌, **54**, 1583-1588 (1989).
- 11) 谷口和也: 牡鹿半島沿岸におけるアラメ群落の更新過程. 東北水研研報, **52**, 9-12 (1990).
- 12) 谷口和也: アラメ群落の後継群形成に及ぼす間引き効果. 日水誌, **56**, 595-597 (1990).
- 13) 成原淳一, 大木雅彦: 宮崎県川南地先のクロメ群落について. 栽培技研, **19**, 1-8 (1990).
- 14) 筒井 功, 大野正夫: 和歌山県白浜産クロメの成長, 成熟と形態の季節変化. 藻類, **40**, 39-46 (1992).