

ガラモ場の群落構造と生産力*1

前 川 行 幸*2

三重大大学生物資源学部

ホンダワラ科の海藻が形成するガラモ場は沿岸域の主要な一次生産者であり、水産学的にも生態学的にも重要な役割を果たしている。ガラモ場は陸上植物に匹敵する高い生産力を有しているが、その実測例は少なく、また、一次生産に関する生理生態学的知見も乏しいのが現状である。大型藻類群落の生産力測定法には、現存量法^{1,2)}と群落光合成理論にもとづく数学モデル法³⁾がある。本研究では群落光合成理論を基本にし、いくつかの改良点を加え、ガラモ場の群落構造の特性と生産力との関係を明らかにしようとするものである。

1. ガラモ場の群落構造

ホンダワラ群落を作るガラモ場は、陸上物群落とは異なる特徴的な群落構造を示す。Fig. 1に示すように、密生したトゲモク群落では、各個体の体長はほぼ一定しており群落の上面はほぼそろった高さを示す（横並び群落）。これに対し、アカモクやノコギリモクのような大型のホンダワラ科海藻は、その立体構造はまるでビルが乱立しているような景観を示し、群落の上面の凸凹が大き（凸凹群落）。以下に、群落の形と受光状態についての考え方を示す。

1) 横並び群落

群落を構成する個体の全長はほぼ同一であり、気胞と太い主枝により直立し、群落の形を安定させている。群落の高さは1 m以内と比較的低い。トゲモクでは最上部の葉は密生しほぼ直立し、下部の葉になるに従って葉は水平に近くなる。このような葉群構造は群落内部に光が透過しやすくなり、群落下部の葉にまで光が届く。

2) 凸凹群落

大型のホンダワラ科の海藻で、ノコギリモクのように全高が2 mを超えるような海藻は、多くの気胞を付けることにより水中で直立し、群落の形を安定させている。群落の上面が凸凹のため群落の凹部分を通じて群落内部に光が入りやすく、群落下部の葉にまで光が届く。

上記の2つの型を示す群落について数学モデルとコンピュータによるシミュレーションを用いて群落構造と生産力の特徴を明らかにする。

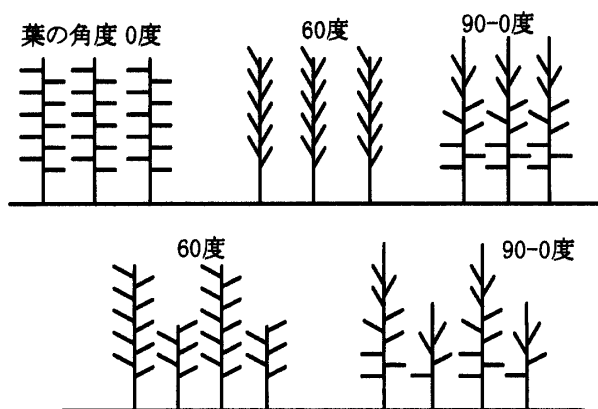


Fig. 1. 横並び群落（上図）および凸凹群落（下図）の葉の配置を示した模式図。

2. ガラモ場の生産力推定

群落の生産力を推定するにあたり、前提とした仮定条件を以下に示す。

- 1) 群落上面の最大光量 = $500 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$, (5-6月の海面上における最大光量 = $1600 \mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$)
- 2) 葉長 = 40 mm
- 3) 光合成-光曲線
飽和光合成速度 = $30 \mu\text{LO}_2\text{cm}^{-2}\text{h}^{-2}$,
呼吸速度 = $4 \mu\text{LO}_2\text{cm}^{-2}\text{h}^{-2}$
- 4) 日周期 12L : 12D

上記の仮定値を元にし、次に群落光合成を推定する方法を示す。群落上面の光強度 (I_0) の日変化は以下のサインカーブで近似させることができる。

$$I_0 = I_{\max} \sin^{1.4}(\pi t/D),$$

ここで、 $I_{\max}$ は群落上面における最大光量 ($\mu\text{Em}^{-2}\text{s}^{-1}$), D は日長 (h), t は日の出からの時間 (h) である。

葉に当たる光量は、モンテカルロ法により推定した。Fig. 2にその模式図を示す。今回のシミュレーションでは光線の量を10000本とし、葉の角度や位置を様々に変化させて、すべての葉に当たる光量を推定した。

葉に当たる光量 (I) と純光合成量 (P) の関係を表す光合成-光曲線は以下の式で近似できる。

*1 Community Structure and Productivity of *Sargassum* Bed.

*2 Miyuki Maegawa (Faculty of Bioresources, Mie University, Kamihama, Tsu, Mie 514-8507, Japan).

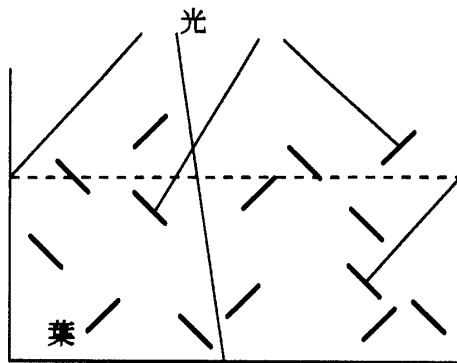


Fig. 2. モンテカルロ法を用いて葉に当たる光量を推定する模式図。光線の本数を2000本とし、葉の角度や配置をさまざまに変えてシミュレーションを行う。

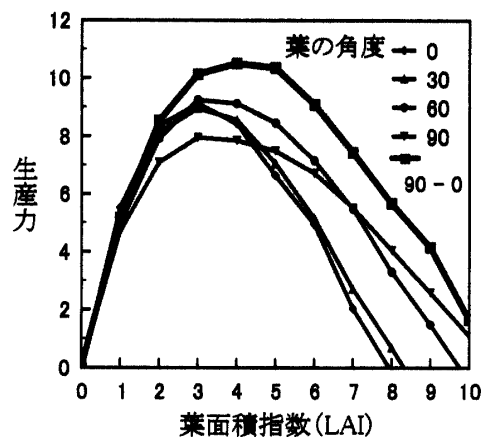


Fig. 3. 横並び群落において、葉の角度を変えた場合の推定された生産力。葉を水面に対し0, 30, 60, 90度、および群落上層の葉を90度にし、下層にいくに従って順次水平に葉を配置した場合について推定した。

$$P = bI / (1 + aI) - r$$

ここで、 a , b は定数、 r は呼吸速度である。

この純光合成量 (P) を以下のように、単位面積あたりの葉面積 (F) および1日で積分することにより1日、 1 m^{-2} あたりの生産力を推定することができる。

$$P_n = \int_0^{24} \int_0^F (P) dF \cdot dt$$

横並び群落において、葉の角度を水面に対し0, 30, 60, 90度、および天然のトゲモク群落のように群落上層の葉を90度にし、下層にいくに従って順次水平に葉を配置した場合について生産力を推定した結果をFig. 3に示す。

いずれの葉面積指数 (LAI) においても、群落内の葉

Table 1 横並び群落および凸凹群落の生産力の推定値

葉の角度 (度)	横並び群落	凸凹群落
0	8.42 ± 0.28	9.73 ± 0.24
30	8.56 ± 0.20	9.78 ± 0.20
60	9.12 ± 0.31	9.78 ± 0.20
90	7.85 ± 0.22	8.68 ± 0.18
90-0	10.51 ± 0.19	11.08 ± 0.21

単位: $\text{gm}^{-2} \text{ day}^{-1}$

の角度を一定にした場合より、葉の角度を上層と下層で変化させた場合の方が高い生産力を示した。これは同じ光量であっても、葉の角度を上層で90度にし、下層にいくに従って順次水平に葉を配置した方が群落下層にまで光が透過し、群落全体としての生産力が高くなることを示している。

同様に、凸凹群落においても、群落内の葉の角度を一定にした場合と、葉の角度を群落上層と下層で変化させた場合とで生産力の推定を行った。その結果、同じ光量、葉面積指数において、横並び群落より高い生産力を示すことが推定された。

葉面積指数 (LAI) を4にした場合の横並び群落および凸凹群落の生産力の推定値をTable 1に表した。生産力の各数値は、それぞれ10回ずつモデルによるシミュレートを行い、平均値と95%信頼限界を示した。

葉の角度を一定にした場合、凸凹群落、横並び群落とも葉の角度が60度程度が高い生産力を示した。また、葉の角度が同じであれば、凸凹群落の方が高い生産力を示した。葉の角度を上層で90度、下層にいくに従って順次葉の角度を水平にした場合、いずれの群落でも葉の角度を一定にした場合に比べ明らかに高い生産力を示し、特に凸凹群落で最も高い生産力を示した。

文 献

- 1) 谷口和也, 山田悦正: 能登飯田湾の漸深帯における褐藻やツマタモクとノコギリモクの生態. 日本研報, 29, 239-253 (1978).
- 2) N. Murase, H. Kito, Y. Mizukami, and M. Maegawa: Productivity of a *Sargassum macrocarpum* (Fueles, Phaeophyta) population in Fukawa Bay, Sea of Japan. *Fisheries Sci.*, 66, 270-277 (2000).
- 3) M. Monsi und T. Saeki: gber den Lichtfaktor in den Pflanzengesellschaften und seine Bedeutung für die Stoffproduktion. *Jap. Jour. Bot.*, 14, 22-52 (1953).