

# メソコスム実験水槽を用いたアマモの生育限界光量についての検討

独立行政法人 港湾空港技術研究所 海洋・水工部  
沿岸環境領域 特任研究官 細川 真也

## 1. はじめに

藻場造成技術を確立する上で、海草・海藻の生育環境を理解する事は非常に重要な課題である。アマモは我が国における代表的な海草である事から、藻場造成において特に注目されており、生育環境の理解が強く求められている。アマモの生育は主に光と水温によって制御されているため、この2つの因子によるアマモの生育限界特性を知る事はアマモ生育環境の理解に強く結びつく。

当研究所ではアマモを移植したメソコスム実験水槽を有しており、アマモの生育実験を行っている。アマモは2004年2月に水槽内に200本移植され、その後約1年の生長過程において空間的・季節的な生育状態の分布を示した。この現象について、光と水温がアマモの生長に対する制限因子として作用した可能性を考察する。また、メソコスム実験水槽における現象に加え、解析的手法(今村ら, 2004)を用いてアマモ群落における合理的な生育限界光量について検討する。

## 2. メソコスム実験水槽におけるアマモの生長特性

アマモの生育実験は図-1に示すメソコスム実験水槽で行われた。メソコスム実験水槽には東京湾中ノ瀬航路の浚渫土を面積 $6\text{m}^2$ 、厚さ $0.5\text{m}$ で敷詰め、横須賀市走水海岸から採取したアマモを2004年2月末日に200本成体移植した。海水は当研究所に隣接する久里浜湾から未処理のまま導水し、潮汐(水深 $0.5\text{m}$ - $1.0\text{m}$ 、周期 $12.4\text{hr}$ )、波(波高 $5\text{-}7\text{cm}$ 程度、周期 $2.0\text{s}$ )を起し、連続運転した。メソコスム実験水槽の東側には覗き窓があり、ここから太陽光が入射するのが特徴である。

調査は水質(水温・塩分pH)、アマモ生育について行った。水質については、多項目水質計を用いて毎朝計測し、アマモの生育については、アマモの葉条長(leaf length)を月に1度計測し、株数(number of shoot)については、図

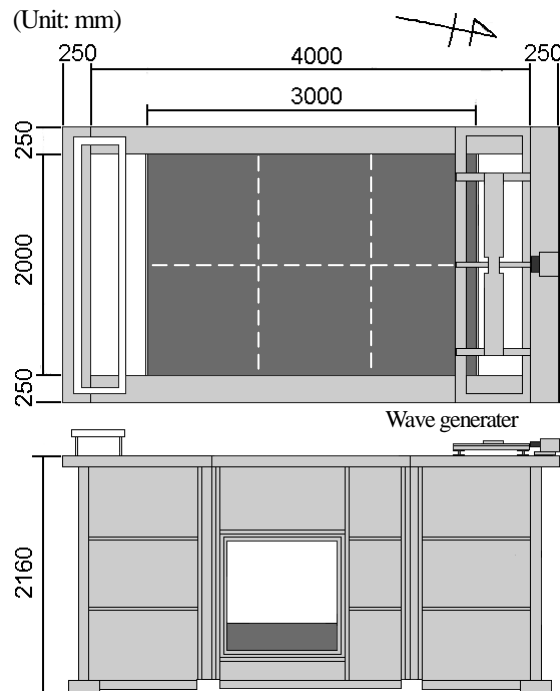


図-1 メソコスム実験水槽の概観

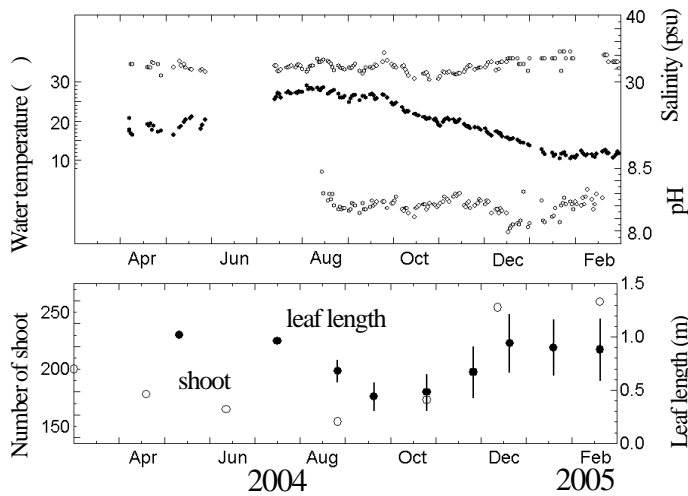


図-2 水質変化とアマモ生育状況

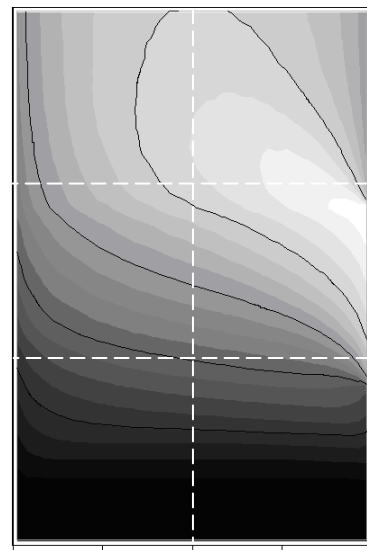


図-4 実験水槽泥面における直射日光直達時間割合

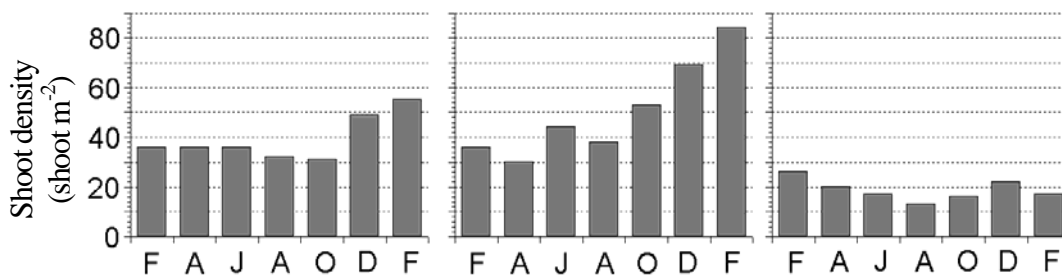


図-3 ブロック毎のアマモ株数変化

に示す から のブロック毎に2ヶ月に1度計数した．水質とアマモの葉条長および水槽内全株数の経時変化を図-2に示す．また，アマモ株数のブロック毎の経時変化を図-3に示す．図-4には，実験水槽泥面における直射日光の直達時間の一年平均を正規化（以下，直射日光直達時間割合）したものを示す．

図-2より，塩分とpHは調査期間においてほとんど変動がないものの，水温や葉条長，株数は顕著に変化している事が分かる．葉条長は，水温が25以上続く7-9月にかけて急激に短くなり，水温が低下し始める10,11月くらいから長くなる傾向が見られる．一方で株数は，実験水槽への移植後の200本から徐々に減少し，夏には154本にまで低下している．その後，葉条長の変化と同様に10月くらいから増加傾向となり，翌年2月には259本となっている．

次に，図-3と図-4より，ブロック毎の株数変化は直射日光直達時間割合に強く依存している事が分かる．すなわち，アマモ移植から1年間にかけて株数が増加傾向にあるとは，覗き窓からの太陽光入射により直射日光直達時間割合が舌状に高くなっている範囲にある．特に，覗き窓に接する においては2倍以上に増加しており，太陽光が入射しやす

い領域がアマモにとって好適な環境である事が示唆される．一方で，直射日光直達時間割合が低い では，概ね減少傾向にあり，太陽光が入射しにくい領域はアマモの生長にとって好適な環境ではない事が示唆される．

以上の結果より，メソコスム実験水槽におけるアマモの生物量は水温・光量に強く依存した変動を示す事が確認された．

### 3．合理的な生育限界光量についての検討

アマモ群落における生育限界光量とは，アマモ生物量の釣合い状態を補償する光量の事である．今までのアマモの生育限界を表す方法には，アマモの葉の切片を取り出して実験的に求めた補償点光量を用いる手法（例えば森田・竹下，2003）や実海域に生育するアマモ群落における調査や生育実験によって得られた結果をまとめた限界光量（川端，1996）を参考にする方法などがある．ここでは，以上の実験的・経験的に求められた限界光量に対し，今村らが提案するアマモ生物量変動モデル式を応用した解析的な手法で限界光量を求める．すなわち，式（1）のようにアマモ群落の光合成速度，呼吸速度，葉の脱落速度の釣合い状態を満たす光量を生物量維持光量と定義し，アマモの生育限界光量を合理的に導く．

$$\int_{1day} (P_{gross} - R_C - D_b) dt = 0 \quad (1)$$

$$P_{gross} = \int_0^F \frac{\Phi_T (KI)^2}{\Psi_T + \Omega_T KI + (KI)^2} dF_z \quad (2)$$

$$R_C = r_{fT}(T)S_f + r_{sT}(T)S_s \quad (3)$$

$$D_b \cong \frac{biomass_5}{P_c} \quad (4)$$

ここに， $t$ ：時間， $P_{gross}$ ：光合成速度， $R_C$ ：呼吸速度， $D_b$ ：葉の脱落速度， $\Phi_T$ ， $\Psi_T$ ， $\Omega_T$ ：光合成係数で水温の関数， $K$ ：葉の吸光係数， $I$ ：群落上面における光量， $F_z$ ：群落上面から深さ  $z$  における葉面積指数， $r_{fT}$ ：葉部単位重量当りの呼吸速度， $r_{sT}$ ：地下茎部単位重量当りの呼吸速度， $S_f$ ：アマモ場の葉部重量， $S_s$ ：アマモ場の地下茎部重量， $biomass_5$ ：5 葉齢の葉の重量， $P_c$ ：葉間期である．この釣合い状態のモデルは，光合成速度項がアマモの葉の吸光による光量減衰を考慮に入れる事が可能であり，アマモ群落としての生物生産を表現できる点と葉の脱落速度が考慮に入れられている点において合理的である．

計算結果およびメソコスム実験水槽においてブロック毎に計測された光量を図-5 に示す．ただし，メソコスム水槽において計測された光量は，調査結果に従い，生育状態が良好であったブロック（ から ）と良好でなかったブロック（ ， ）に分類した．

この結果，アマモの生育状態が良好であった から は生物量維持光量よりも大きい 4-6mol m<sup>-2</sup> day<sup>-1</sup> 程度まで分布し，アマモが光合成を行うための十分な光量が供給されている事が表現できている．一方で，アマモの生育状態が良好でなかった と における光量

は生物量維持光量付近で分布しており，呼吸量および葉の脱落量を維持する程度の光合成を補償する光量しか供給されていない事が表現できている。

以上より，解析的手法から合理的に導かれた生物量維持光量は，アマモの生育限界光量を示す効果的な指標であると判断できる。

#### 4. おわりに

生物量維持光量は，理論上はアマモ生物量の維持発展の限界値を示す効果的な指標である。しかし，本研究で示した数値をそのまま実際のアマモ場造成において使用するには，実海域に生息するアマモ場との検証の不足から説得性に欠ける。今後，実海域のアマモ場との検証を積み重ねれば，生物量維持光量が実務上有効な指標になるものと考えられる。

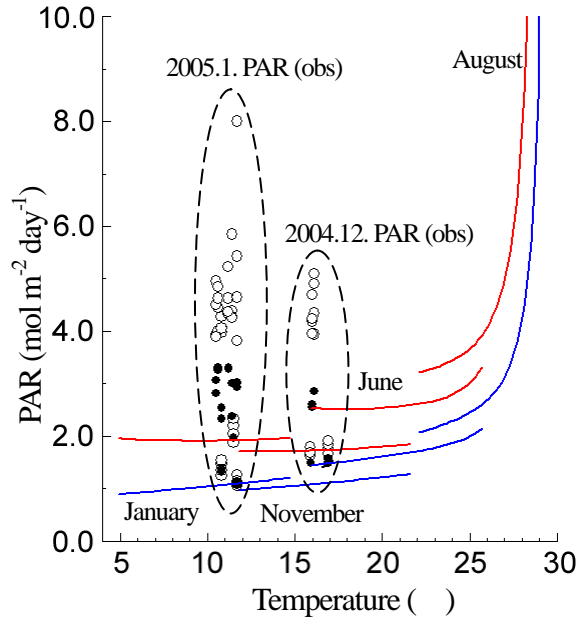


図-5 生物量維持光量の計算結果  
( 生物量維持光量， 脱落速度を考慮に入れないケース， からの PAR(obs)， との PAR(obs) )

#### 参 考 文 献

- 今村正裕・本多正樹・松梨史郎・川崎保夫(2004):アマモ場生態系モデルの構築とその適用,電力中央研究所報告 U03063, 22p.
- 川端豊喜(1996):生物機能による環境修復 水産における Bioremediation は可能か ,日本水産学会誌監修,恒星社厚生閣, pp.79-93.
- 中村由行・細川真也・三好英一・桑江朝比呂・小沼晋・井上徹教(2005):メソコスム水槽を用いたアマモの生育限界光量に関する検討,港湾空港技術研究所資料, No.1108, 23p.
- 森田健二・竹下彰(2003):アマモ場分布限界水深の予測評価手法,土木学会論文集, No.741/ -28, pp.39-48.