

## 高水温と水中光量が移植アマモの成長・生残に及ぼす影響

藤澤邦康・林 浩志・小橋啓介・小見山秀樹

Effect of High Temperature and Light Intensity on Growth and Survival of Transplanted Eelgrass, *Zostera marina*

Kuniyasu FUJISAWA, Hiroshi HAYASHI, Keisuke KOBASHI and Hideki KOMIYAMA

キーワード：アマモ，高水温，光量，伸長，生残

岡山県は、マリノフォーラム21に参画して1998～'01年に県東部海域においてアマモ場造成技術開発試験を実施してきた。その一環として、アマモ栄養株の生育を阻害する環境要因を抽出し、その阻害要因を取り除くことによりアマモ栄養株の存続が可能になるかどうか検討をした<sup>1-3)</sup>。すなわち、夏季を中心とした一年生アマモ場と多年生アマモ場の環境調査結果より、水温、光量、底質の環境条件が一年生アマモ場で悪い結果を得た<sup>1,2)</sup>。一年生アマモ場では、アマモ栄養株の生残を左右する因子がこの中に存在することが考えられる。いずれの因子が生残を左右しているか調べるため、光量、底質条件を変えた移植試験を行ったところ、一年生アマモ場で光条件の緩和を目的に嵩上げをした試験区でアマモの一部が生残が認められたことから、光量が制限因子となることが分かった。しかし、試験の過程で生残株の著しい減少が高水温時期にもみられた<sup>3)</sup>。これらのことから、アマモの生残に水中光量と水温が影響しているものと推察された。

本試験では、この水中光量と水温がアマモ栄養株の成長・生残に与える影響を調べた。

### 材料及び方法

**移植方法** 移植に用いたアマモ栄養株は、'01年5月18日に黒島地先のアマモ場で採集した。アマモは、根3節を残して、容器に入れた底泥に5本ずつ移植した。

容器は、直径40cm×深さ10cmのプラスチック容器を用い、その中に米子湾内の底泥を深さ10cmまで充填した。

**移植試験** 移植アマモは'01年5月31日に屋外水槽内で流水、寒冷紗（日本ワイドクロス株式会社・ワイドスクリーン）で自然光量を約30%に遮り馴致培養後、6月

29日にそれぞれの水槽に分槽して試験を開始した。

試験は高水温区（H区）と低水温区（L区）の2組とし、それぞれの区は水槽の上を遮光率の異なる寒冷紗で遮光し、光量を3段階に調整して、H1～H3、L1～L3の計6組とし、それぞれの試験例数は3例ずつとした。

水中光量、水温は川崎らのアマモ分布下限の値<sup>4)</sup>を参考にした。すなわち、水温はアマモの生存可能上限水温といわれる28℃を目安にして、28℃以上が1ヶ月以上続くように設定した区を高水温区、28℃以上に上がらない区を低水温区とした。また、水中光量は分布下限域の年間平均値の3E/m<sup>2</sup>/day<sup>5)</sup>を目安に3段階に設定した。なお、7月31日にH1の光量を寒冷紗で調節して少し下げ、L1では少し上げた。

**水温・光量の測定** 試験培養期間中、水槽の水温は水温塩分計（アレック電子ACT-16K）により30分間隔、アマモ葉頂部の光量子数はメモリー照度計（アレック電子MDS-L）により、10分間隔でモニターした。

**葉の伸長速度測定** リーフマーキングの方法<sup>6)</sup>は、アマモ葉鞘先端部に針で穴を空け、すべての葉について約2週間後に葉鞘から伸長した葉身の穴の空いた所までの長さを計測した。そして、日当たりの伸長速度を求めた。試験は、7月18日～7月31日、7月31日～8月14日、8月14日～8月30日、8月30日～9月13日、9月13日～9月28日の計5回行った。

**アマモ生残株数測定** 目視観察により、7月18日、7月31日、8月14日、8月30日、9月13日、9月28日、10月16日、11月16日に生残のアマモ株数を測定した。

### 結果及び考察

移植試験水槽の水温のうち、高水温時期の7月1日～9月30日の間の水温経過を図1に示した。7月上旬から中

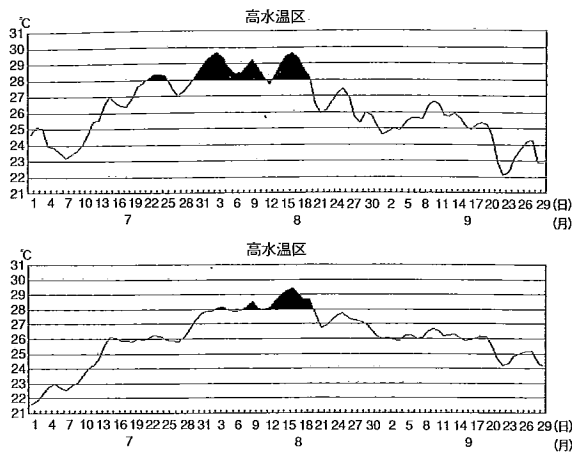


図1 アマモ移植培養水槽の高水温区 (H1~H3) 及び低水温区 (L1~L3) の水温経過 (2001年7月1日から9月30日)  
\* 黒塗りの箇所は28℃以上となった期間を示す。

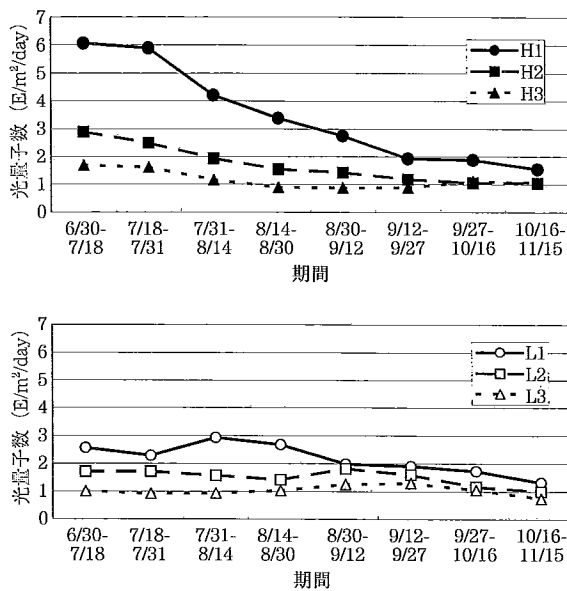


図2 移植試験期間の高水温区 (H1-3) 及び低水温区 (L1-3) の光量子数の推移

旬にかけての昇温は著しく、23℃から26~27℃に上昇した。28℃以上を高水温として、28℃を超した時期をみると、高水温区では7月21日~8月18日の約1ヶ月間、低水温区では7月30日~8月19日の21日間であった。水温は8月下旬より下降に移り、高水温区の水温低下が著しく、高水温区と低水温区は逆転し、その後、11月まで高水温区が低水温区より低めで推移した。

一方、光量については、6月30日~11月15日の間の高水温区 (光量の高い順にH1~H3) と低水温区 (光量の高い順にL1~L3) の光量子数を図2に示した。太陽高度が下がるに従っていずれの試験区も低下しており、10月15日以降は1E/m<sup>2</sup>/dayないしそれ以下の値となった。なお、7月31日でのH1及びL1の光量の大きな変化は、光量を調節変更したためである。期間を通しての平均光量子数は、高水温区でそれぞれ2.9, 1.5, 1.1E/m<sup>2</sup>/dayであり、低水温区でそれぞれ2.0, 1.4, 1.0E/m<sup>2</sup>/dayと低い値であった。

アマモの葉の伸長速度は、7月18日~9月28日の間に5回測定した。その結果を表1に示した。アマモの葉は初期には5~6枚みられたが、成長の悪いアマモの中には1~2枚のものもみられた。このことから、相互比較のため、伸長速度は最内側の最大伸長を示す葉を用いた。伸長速度は同一期間、同一水温では光量が高い場所ほど大であった。また、7月18日~7月30日の伸長速度が2~3cm/dayと最も大きく、その後は小さくなり、9月13日~9月28日が最も小さかった。

培養水温別の葉の伸長速度とこの間の光量子数との関係については、図3には各水温における単回帰直線を、図の下欄に回帰式を示した。いずれの回帰直線についても光量子数が高くなるほど伸長速度は大きくなっていく。そして、その傾きは水温の高いものほど低い傾向が窺える。回帰係数と培養水温及び回帰定数と培養水温の関係を図4に示した。測定回数の順に線で結んでいるが、いずれも水温の高い所で回帰係数は低く、水温が低くな

表1 リーフマーキング法によるアマモの伸長速度

(単位:cm/day)

| 試験区  | 7/18-7/30 | 7/31-8/14 | 8/14-8/30 | 8/30-9/17 | 9/13-9/28a |         |
|------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|---------|
| 高水温区 | H1        | 3.1±0.2   | 1.3±0.0   | 1.0±0.4   | 1.4±0.3    | 1.4±0.1 |
|      | H2        | 2.4±0.1   | 0.9±0.1   | 0.9±0.2   | 1.0±0.4    | 0.9±0.3 |
|      | H3        | 2.1±0.4   | 0.6±0.2   | 0.4±0.1   | 0.7±0.2    | 0.3±0.2 |
| 低水温区 | L1        | 3.2±0.3   | 1.8±0.5   | 1.2±0.4   | 1.3±0.2    | 1.0±0.2 |
|      | L2        | 2.0±0.2   | 0.9±0.2   | 0.8±0.1   | 0.8±0.3    | 0.4±0.2 |
|      | L3        | 1.9±0.3   | 0.7±0.2   | 0.7±0.2   | 0.6±0.2    | 0.4±0.0 |

(表中の数字は平均±標準偏差を示し、例数は5である。)



いの状態が10月まで続いた。そして、10月16日～11月16日にはH1～H3, L1のいずれも大きく低下している。一方、低水温区のL2, L3は試験開始直後に低下はみられないが、8月以降ほぼ直線的に低下しており、L3では10月16日に0%となり、L2においても11月16日に7%となった。そして、試験終了時の11月16日の生残率は高い順からH1>L1>H3>H2>L2>L3であった。試験培養期間の光量子数と11月16日の生残率の関係は、全期間(6月30日～11月16日)の平均光量子数に比例しており、特に9月28日～11月16日の平均値を用いた場合は $r=0.9814$ と最も高い相関係数が得られた(図6)。このように11月16日での生残率は水温の下降した9月以降の2ヶ月間の平均光量に強く影響されており、今回の試験では高水温が生残率低下に結びつく結果は得られなかった。

今回の試験から、最高水温が約29℃で1ヶ月間という条件下で、光量が十分存在するとアマモ栄養株の50%以上の生残が確認されたことは、この程度の水温条件下では光環境を改善することによりアマモ栄養株の存続が可能と考える。

### 要 約

'01年6月29日から11月16日の間、屋外水槽内で高水温区と低水温区の2組、光量を3段階に調整して計6組とした移植アマモの培養試験を行い、葉の伸長速度とアマモ生残株数測定を行った。

1. 水槽水温の28℃を越した時期をみると、高水温区では7月21日～8月18日の約1ヶ月間、低水温区では7月30日～8月19日の20日間であった。水温は8月下

旬より下降した。

2. 平均光量子数は、高水温区でそれぞれ2.9, 1.5, 1.1E/m<sup>2</sup>/dayであり、低水温区でそれぞれ2.0, 1.4, 1.0E/m<sup>2</sup>/dayであった。
3. アマモの葉の伸長は7月18日～9月28日の間に5回測定伸長速度は同一期間、同一水温では光量が高い場所ほど大であった。また、7月18日～7月30日の間の成長が2～3cmと最も大きく、その後は小さくなった。
4. 培養水温別の葉の伸長速度とこの間の光量子数との関係について、いずれも光量子数が高くなるほど伸長速度は大きくなっている。そして、回帰係数の傾きは水温が高いほど低い値を示した。
5. アマモ栄養株の11月16日時点の生残率はほぼ平均光量に比例しており、9月28日～11月16日の平均光量との相関係数がもっとも高かった。そして、高水温区が低水温区と比べて生残率が低い結果は得られなかった。

### 文 献

- 1) マリノフォーラム21・沿岸漁場造成技術研究会・浅海域緑化技術の開発グループ, 1999: 岡山県下におけるアマモの生育環境と生育状況, 平成10年度浅海域緑化技術の開発に関する報告書, 155-170.
- 2) マリノフォーラム21・沿岸漁場造成技術研究会・浅海域緑化技術の開発グループ, 2000: 岡山県下におけるアマモの生育状況と環境条件, 平成11年度浅海域緑化技術の開発に関する報告書, 261-275.
- 3) マリノフォーラム21・沿岸漁場造成技術研究会・浅海域

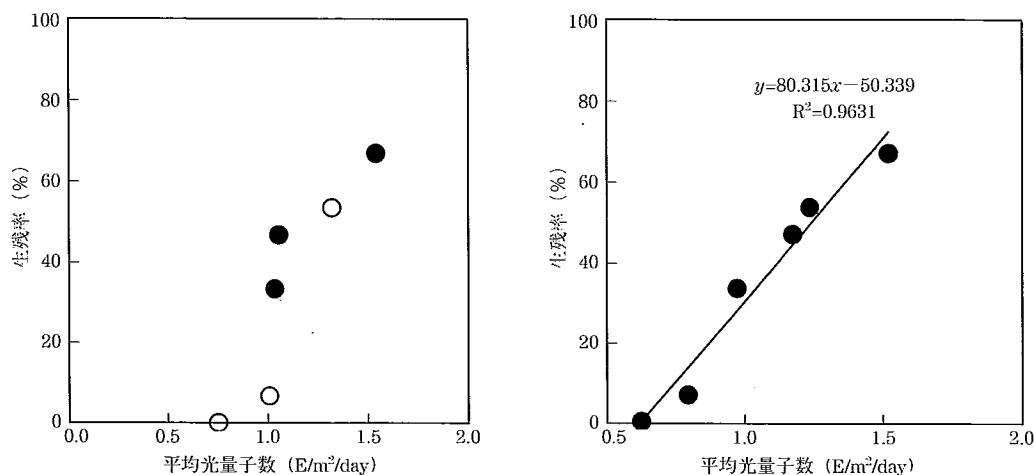


図6 移植試験(6月30日～11月16日)における平均光量子数(左図:6月30日～11月16日の平均値, 右図:9月28日～11月16日の平均値)と生残率(11月16日)の関係

- 緑化技術の開発グループ, 2001:天然アマモの生活史と生育環境の解明, 平成12年度浅海域緑化技術の開発に関する報告書, 1-12.
- 4) 川崎保夫・寺脇利信・飯塚貞二・後藤 弘・下茂 繁, 1986:アマモへの温度の影響, II.栄養株の成長と有性生殖, 研究報告:486019, 電力中央研究所報告, pp.23.
- 5) 川崎保夫・石川雄介・丸山康樹(1990):アマモ場造成の適地選定法, 沿岸海洋研究ノート, 27, 2, 136-145.
- 6) 石川雄介・川崎保夫・本田正樹・丸山康樹・五十嵐由雄, 1988:水中の光条件に基づくアマモ場造成限界深度の推定方法, 電源立地点の藻場造成技術の開発, 研究報告:U88010, 電力中央研究所報告, 20pp.
- 7) 尾田 正, 2001:異なった水温条件下におけるアマモの光合成速度と呼吸速度, 岡山水試報, 16, 7-9.