

# LED 光源の色や強さの違いが ヒレジャコ稚貝の成長や生残に与える影響 (LED を用いたヒレジャコの種苗生産飼育技術開発)

南 洋一\*, 近藤 忍

## The effects of color or intensity of light emitting diode lamp for the growths and survival rates of the juveniles of a giant clam *Tridacna squamosa*

Yoichi MINAMI\* and Shinobu KONDOU

従来のヒレジャコ種苗生産実績は、共生成立個体を飼育密度 15,000 個体/m<sup>2</sup>で飼育すると、殻長 mm までの生残率が 20%前後、生残密度が 3,000 個体/m<sup>2</sup>前後であった。これを向上させるため、①LED 光源の色の選択、②生残・成長に適した光強度の判定、③収容稚貝の高密度化を目的に実験規模で飼育試験を行った。殻長 512.9±127.0 μm のヒレジャコ種苗を収容密度 45,000 個体/m<sup>2</sup>で飼育し、殻長 1,468.5±348.0 μm での生残率が 48.2±6.8%、生残密度が 21,690 個体/m<sup>2</sup>と従来の実績を十分に上回った。①白色 LED 光源が稚貝の生残と成長に良い、②300 μmol/m<sup>2</sup>/sec が最適光強度、③45,000 個体 (512.9±127.0 μm) /m<sup>2</sup>で稚貝収容可能と判明した。

従来のヒレジャコ種苗生産実績は、共生成立個体を飼育密度 15,000 個体/m<sup>2</sup>で飼育すると、殻長 mm までの生残率が 20%前後、生残密度が 3,000 個体/m<sup>2</sup>前後であった。これを向上させるため、①LED 光源の色の選択、②生残・成長に適した光強度の判定、③収容稚貝の高密度化を目的に実験規模で飼育試験を行う。

### 材料および方法

#### 1) 実験 1

##### 光色別試験

試験期間は、2013 年 6 月 20 日から 7 月 30 日までの 40 日間であった。容量 3L の飼育容器 (縦×横×高さ、30 cm×22 cm×4.5 cm, 以下省略) に共生成立した稚貝 (日齢 25, 平均殻長±標準偏差 (以下省略) 447.5±71.8 μm) を各 1,000 個体収容した。LED 照明は、白と青の 2 色を用いて光量子量を 300 μmol/m<sup>2</sup>/sec とした。各試験区につき 4 容器で 1 回の実験を行った。照射時間は、7 時から 19 時までとした。注水量は、25 回転/日で、飼育水温の平均は、28.3~28.7°C であった。40 日間飼育後に生残と成長を調べた。

##### 光強度別試験

試験期間は、2013 年 6 月 20 日から 7 月 30 日までの 40 日間であった。容量 3L の飼育容器に共生成立した稚貝 (日齢 26, 平均殻長 581.0±79.0 μm) を各 1,000 個体収容した。LED 照明は、白と青の 2 色を用いて光量子量を各 100, 200, 300 μmol/m<sup>2</sup>/sec とした。各試験区に

つき 2 容器で 1 回の実験を行った。照射時間は、7 時から 19 時までとした。注水量は、25 回転/日で、飼育水温の平均は、28.2~28.6°C であった。40 日間飼育後に生残と成長を調べた。

#### 2) 実験 2

試験期間は、2014 年 5 月 8 日~6 月 9 日、6 月 24 日~7 月 26 日まで、稚貝の生残と成長に適した LED 照明の色と光量を調べるための実験を行った。容量 3L の飼育容器に共生成立した稚貝 (日齢 28, 1 回目の平均殻長 416.7±70.9 μm, 2 回目の平均殻長 449.2±69.5 μm) を各 1,000 個体収容した。試験に供した稚貝は、1L ビーカーに収容して底面に着底させ、10 μm フィルター濾過海水で流水して死殻と比較的大きな塵を洗い流し、さらに目合い 60 μm の採卵用ネットに収容してフィルター濾過海水で約 10 分間洗浄した後、飼育容器に収容した。LED 照明は、白と青の 2 色を用いて光量子量を各 100, 200, 300 μmol/m<sup>2</sup>/sec とした。各試験区につき 2 容器で 2 回の実験を行った。照射時間は、7 時から 19 時までとした。注水量は、25 回転/日で、飼育水温の平均は、1 回目 26.5~26.8°C, 2 回目 29.3~29.6°C であった。32 日間飼育後 (日齢 60) に生残と成長を調べた。

#### 3) 実験 3

試験期間は、2015 年 5 月 15 日~6 月 14 日、8 月 10 日~9 月 9 日まで、稚貝収容密度を上げて試験を行った。容量 3L の容器に共生成立した稚貝 (日齢 28, 1 回目殻長 457.0±138.8 μm, 2 回目殻長 568.8±83.3 μm, 1・2 回

\*E-mail : minamiyc@pref.okinawa.lg.jp , 現所属 : 沖縄県農林水産部水産課

目平均殻長  $512.9 \pm 127.0 \mu\text{m}$ ) を実験 2 と同様の方法で各 1,000 個体 ( $15,000$  個体/ $\text{m}^2$ ), 2,000 個体 ( $30,000$  個体/ $\text{m}^2$ ), 3,000 個体 ( $45,000$  個体/ $\text{m}^2$ ) 収容した. 各試験区につき 2 容器で 2 回の実験を行った. LED 照明は, 白色の 1 色を用いて光量をすべて  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  とした. 照明は, 24 時間照射した. 注水量は, 55 回転/日で, 飼育水温の平均は, 1 回目  $25.8 \sim 30.2^\circ\text{C}$ , 2 回目  $27.6 \sim 31.3^\circ\text{C}$  であった. 30 日間飼育後 (日齢 58) に生残と成長を調べた.

#### 統計処理の方法

生残率の違いはカイ 2 乗検定で, 殻長の違いは分散分析で検定した. 有意水準は  $p=0.05$  とした.

### 結果

#### 1) 実験 1

##### 光色別試験

各試験区の生残の結果を図 1 に示した. 生残率は, 白色光で  $29.8 \pm 23.2\%$ , 青色光で  $32.7 \pm 19.8\%$  といずれも低かった. 試験区間で生残率の違いに有意差は認められなかった.

各試験区の成長の結果を図 2 に示した. 成長は, 試験終了時の殻長が白色光で  $954.3 \pm 264.8 \mu\text{m}$ , 青色光で  $1,048.3 \pm 425.7 \mu\text{m}$  といずれも殻長 1mm 程度に成長した. 試験区間で成長の違いに有意差は認められなかった.

##### 光強度別試験

各試験区の生残の結果を図 3 に示した. 生残率は, 青色光で光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区が  $79.7 \pm$

$15.8\%$  と最も高かった. その他の試験区は,  $6.2 \pm 1.5 \sim 21.4 \pm 8.5\%$  といずれも低かった. 試験区間で生残率の違いに有意差が認められた ( $p < 0.001$ ).

各試験区の成長の結果を図 4 に示した. 成長は, 試験終了時の殻長が青色光の光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区で  $1,178.3 \pm 19.7 \mu\text{m}$  と最も大きかった. 光色と光強度により成長の違いに有意差が認められた ( $p < 0.001$ ). さらに, 光色・光強度と成長について, チューキーの多重比較をしたところ, 青色光の光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  区はいずれの試験区と比較しても有意差が認められた ( $p < 0.001$ ).

#### 2) 実験 2

各試験区の生残の結果を図 5 に示した. 生残率は, 白色光で光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区が  $62.7 \pm 30.9\%$  と最も高かった. その他の試験区は,  $13.4 \pm 10.2 \sim 44.9 \pm 18.2\%$  といずれも低かった. ただし, 同一試験区間でも結果がばらつく傾向 (標準偏差) があった. 試験区間で生残率の違いに有意差が認められた ( $p < 0.001$ ).

各試験区の成長の結果を図 6 に示した. 成長は, 白色光で光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区が試験終了時の殻長  $1,260.2 \pm 516.2 \mu\text{m}$  で最も大きかった. その他の試験区は,  $723.9 \pm 152.7 \sim 1,003.5 \pm 394.3 \mu\text{m}$  と比較的小さかった. 光色と光強度により成長の違いに有意差が認められた ( $p < 0.001$ ). さらに, 光強度と成長について, チューキーの多重比較をしたところ, 白色光の光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  区はいずれの試験区と比較しても有意差が認められた ( $p < 0.001$ ).

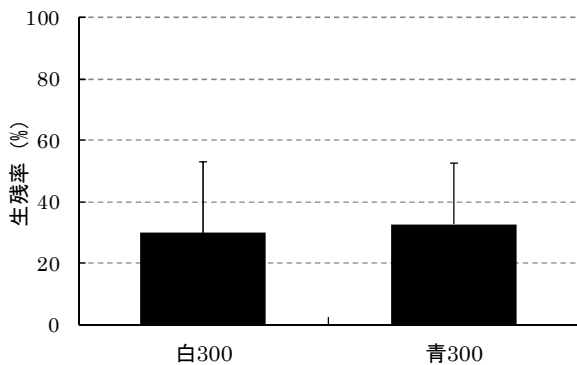


図1 実験1: 光色別試験終了時の生残率と標準偏差 (4容器の平均)

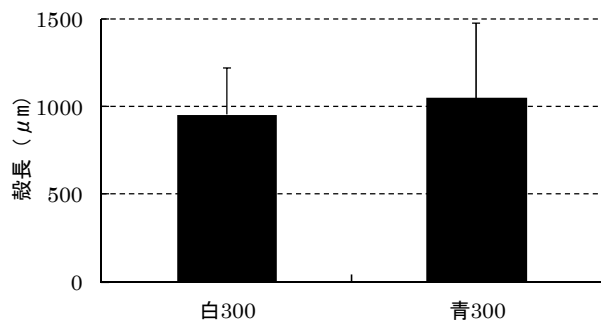


図2 実験1: 光色別試験終了時の平均殻長と標準偏差 (2容器の平均)

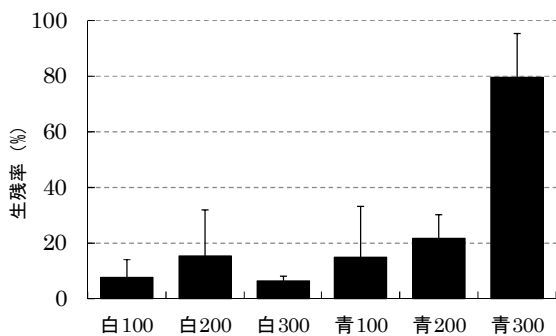


図3 実験1: 光強度別試験終了時の生残率と標準偏差 (4容器の平均)

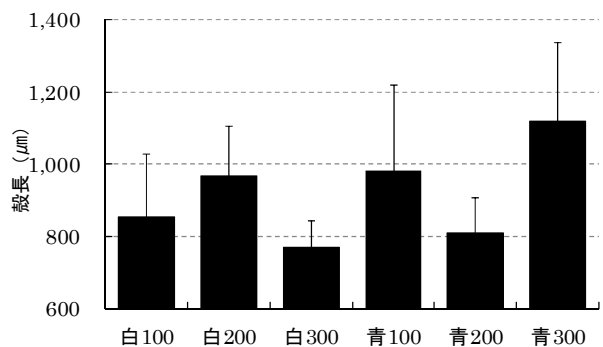


図4 実験1: 光強度別試験終了時の平均殻長と標準偏差 (4容器の平均)

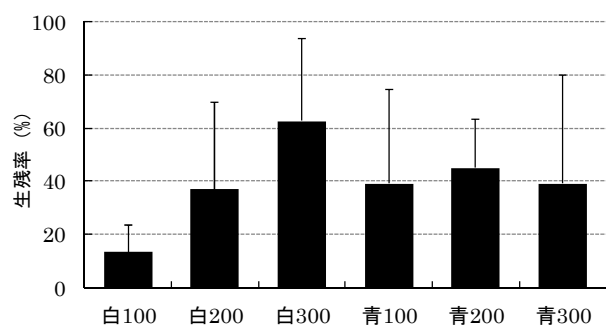


図5 実験2: 光強度別試験終了時の生残率と標準偏差 (4容器の平均)

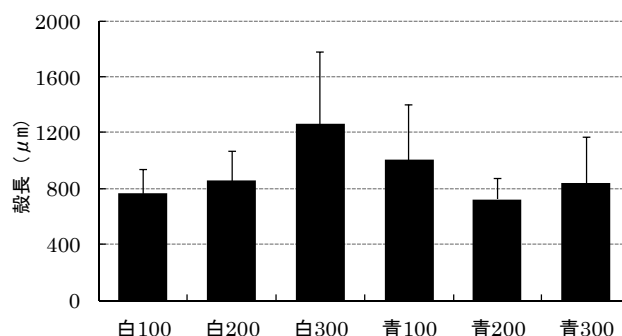


図6 実験2: 光強度別試験終了時の平均殻長と標準偏差 (4容器の平均)

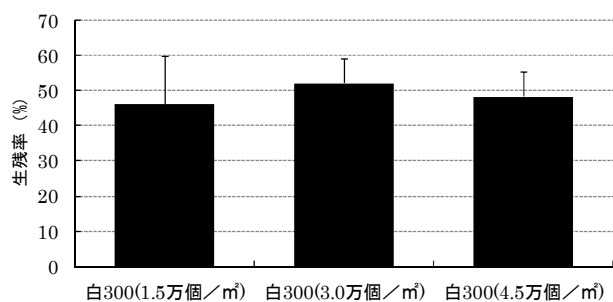


図7 実験3: 密度別試験終了時の生残率と標準偏差 (4容器の平均)

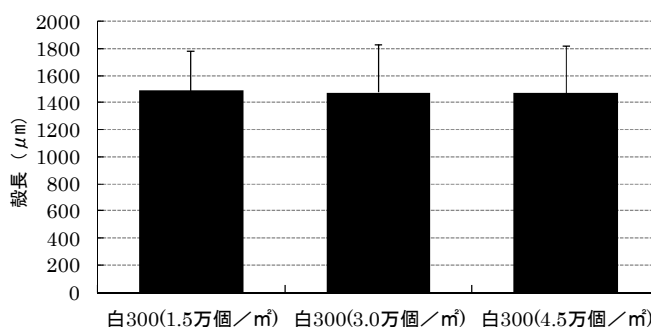


図8 実験3: 密度別試験終了時の平均殻長と標準偏差 (4容器の平均)

### 3) 実験3

各試験区の生残の結果を図7に示した。試験終了時(日齢58)の生残率は1,000個体試験区(15,000個体/㎡)で $46.0 \pm 13.6\%$ , 2,000個体試験区(30,000個体/㎡)で $52.1 \pm 6.8\%$ , 3,000個体試験区(45,000個体/㎡)で $48.2 \pm 6.8\%$ となった。実験2より, 生残率が少し下がったが, ばらつく傾向(標準偏差)は減った。 $46.0 \pm 13.6 \sim 52.1 \pm 6.8\%$ と高い生残率かつ安定的に生産することができた。試験区間で生残率の違いに有意差は認められなかった。

飼育密度と試験終了時における殻長の関係を図8に示した。試験終了時(日齢58)には1,000個体試験区(15,000個体/㎡)で $1,488.8 \pm 292.2 \mu\text{m}$ , 2,000個体試験区(30,000個体/㎡)で $1,476.7 \pm 347.7 \mu\text{m}$ , 3,000個体試験区(45,000個体/㎡)区で $1,468.5 \pm 348.0 \mu\text{m}$ となった。試験区間で成長の違いに有意差は認められなかった。

## 考察

### 1) 実験1

光色別試験で白色光及び青色光の光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区は, 生残率と成長に差がなかったにもかかわらず, 光強度試験においては同様の試験区で生残率と成長に差が出るという矛盾した結果が出た。これは, 試験開始時に飼育容器に稚貝を収容する際, 十分洗浄しなかったことから死殻やゴミが混入して飼育環境を悪化させ, 成長・生残が低下したことが原因の一つと考えられ, 稚貝の洗浄や飼育容器内の清掃等飼育方法を改善して実験をやり直す必要があると考えられた。

### 2) 実験2

実験1での反省を踏まえて, 実験2では, 稚貝を十分洗浄して飼育試験に用いた。実験1と比べて全体的に生残率と成長が向上した。その結果, 白色光の光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の試験区が, 生残率と成長が最も良いということがわかった。しかし, 同一試験区間でも結果がばらつく傾向があった。生残率と成長をさらに安定的に向上させるため, 注水量をさらに上げる, 照明の照射時間を上げる等, 飼育方法の改善を検討しながら飼育密度試験を行う必要があると考えられた。

岩井・松岡(2005)はヒレジャコ稚貝について, 共生成立を終えた頃(日齢28)の種苗生産から中間育成に移行する時期(日齢77,80)までの自然光での光強度と成長を調べた。その結果, 光量子量  $30 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  区,  $120 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  区,  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  区間の成長に有意差はなく, 光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  は稚貝が成長に必要な十分な光強度であるが, 稚貝の殻が半透明の状態である種苗生産の段階では, 光量子量  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  より低い光強度,  $100 \sim 200 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  の範囲で飼育を行う方が適当であると報告している。しかし本研究結果では, 白色LED光源を使用し,  $300 \mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$  で飼育することにより成長と生残において好結果を得ることができた。

### 3) 実験3

従来のヒレジャコ種苗生産実績は, 共生成立個体の飼育密度  $15,000$  個体/㎡で, 殻長  $1\text{mm}$  までの生残率が  $20\%$  前後であり, 生残密度が  $3,000$  個体/㎡前後であった(井上・岸本, 2011; 井上, 2012, 2013)。本研究では, 殻長  $512.9 \pm 127.0 \mu\text{m}$  のヒレジャコ種苗を収容密度  $45,000$

個体/m<sup>2</sup>で飼育し、殻長 1,468.5±348.0 μm での生残率が 48.2±6.8%，生残密度が 21,690 個体/m<sup>2</sup>まで生産することができた。既報に比べて 7 倍の生残密度を出すことができた。

#### 4) 結論

従来のヒレジャコ種苗生産実績は、共生成立個体の飼育密度 15,000 個体/m<sup>2</sup>で、殻長 1mm までの生残率が 20% 前後、生残密度が 3,000 個体/m<sup>2</sup>前後であった（井上・岸本，2011；井上，2012，2013）。これを向上させるため、①LED 光源の色の選択、②生残・成長に適した光強度の判定、③収容稚貝の高密度化を目的に実験規模で飼育試験を行ったところ、殻長 512.9±127.0 μm のヒレジャコ種苗を収容密度 45,000 個体/m<sup>2</sup>で飼育し、殻長 1,468.5±348.0 μm での生残率が 48.2±6.8%，生残密度が 21,690 個体/m<sup>2</sup>と従来実績を十分に上回った。①白色 LED 光源が稚貝の生残と成長に良い、②300 μmol/m<sup>2</sup>/sec が最適光強度、③45,000 個体 (512.9±127.0 μm)

/m<sup>2</sup>で稚貝収容可能と判明した。

#### 文献

- 井上 顕，2012：2011 年におけるシャコガイ類の採卵および種苗生産結果と配布（シャコガイ種苗生産事業）。平成 23 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書，73，67-69。
- 井上 顕，2013：2012 年におけるヒレジャコの採卵および種苗生産結果と配布（シャコガイ種苗生産事業）。平成 24 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書，74，125-127。
- 井上 顕，岸本和雄，2011：2010 年におけるシャコガイ類の採卵および種苗生産結果と配布（シャコガイ種苗生産事業）。平成 22 年度沖縄県水産海洋研究センター事業報告書，72，97-99。
- 岩井憲司，松岡宏幸，2005：シャコガイ増養殖技術開発事業（種苗生産）。平成 15 年度沖縄県水産試験場事業報告書，174-178。