

## フトモズク育苗期における照度と付着珪藻の影響

吉岡 武志・瀧口 克己  
(研究部)

2007年の種網量産試験において、育苗初期における原因不明の糸状体流失が続いた。流失原因として、例年より強い日照量の影響が疑われたため、遮光ネット利用により減光して育苗した。しかし、強付着力の付着珪藻が繁茂し、フトモズク藻体が流失した。そのため、フトモズク育苗時における照度や遮光ネットの影響について試験した。その結果、糸状体期は高照度への耐性が低いことがわかり、量産試験時の糸状体流失原因は高照度の影響であることが明らかとなった。また、連日の遮光ネット使用によって強付着力の羽状目珪藻が急増し、藻体を流出させたこともわかった。一方、照度がフトモズクの生長に与える影響は、発芽までの糸状体期と発芽後の藻体期で異なることが明らかとなった。

キーワード：フトモズク、養殖、育苗、照度、付着珪藻

フトモズクは太平洋側の房総半島および日本海側の秋田県男鹿半島以南から南西諸島の広い範囲に生息している<sup>1)</sup>。生産量は全国的に少なく、筑前海における天然生産量は、'04年7トン、'05年5トン、'06年1トン、'07年350kgと減少傾向にある。生産者価格は1,000円/kg程度と高く、冬から春にかけて生長することから、冬期の新養殖品種として期待が高い<sup>2)</sup>。

フトモズク養殖については、'05、'06年の陸上育苗および海面養殖技術の開発により、それぞれ250kg、1トンの試験養殖に成功した<sup>3)</sup>。'07年は普及に向けて、量産育苗試験を行ったが、原因不明の育苗初期における糸状体流失と高水温や波浪の影響と考えられる海面養殖中の藻体流失により、収穫量は約700kgに留まった<sup>4)</sup>。このうち育苗中の藻体流失については、流失量が日向に比べて日陰での育苗で少なかったことから、照度の影響が疑われた。そこで遮光ネットによる育苗を行ったが、従来の育苗ではみられなかった羽状目珪藻が繁茂し、藻体が流失した。この珪藻は付着力が強く、育苗時に行う定期洗浄では取り除くことが出来ず、短期間にフトモズク藻体を覆った。

モズク類への照度の影響については、配偶体期において知見があり、高照度下においてはフトモズク<sup>5)</sup>やオキナワモズク<sup>6, 7)</sup>では生育が良く、モズクは枯死するとされている<sup>8)</sup>。一方、育苗期における照度の影響については知見が見当たらない。

良質な種網生産は、養殖を行う上で重要であり、早急な原因解明と対策が必要である。そこで、育苗時の藻体流失原因として疑われた照度や遮光ネットの影響につい

て育苗試験し、原因と対策について知見を得たので報告する。

### 方 法

育苗試験を'07年4月6日から5月11日にかけて行った。育苗水槽には屋外のFRP水槽(2.1k1, D300×W100×H70cm)を用いた。また、種糸の材質にはナイロン系のモズク網用補修糸(L3/36)を使用した。試験では採苗直後の種糸を、通常の育苗方法と同様に水面下10cmに設置し、種糸の上下面を一定方向に保つよう固定した。育苗条件は、量産育苗試験時と同様に、流水(1回転/h)、強通気とし、また付着珪藻等の付着物除去のため、種糸を週3回洗浄した。試験区には、露天区および遮光区(黒色ネットロン区および農業用の黒色遮光ネット50%区、同70%区、同90%区)の計5区を設定した。試験中は、フトモズクの生長や付着密度および付着珪藻の状況について種網の上面・下面別に定期的に検鏡観察した。観察時には、フトモズクや付着珪藻の付着状況により、各々3段階に分類し、評価した。フトモズクについては「種網全面に高密度付着」、「2分の1流失」および「全流失」とし、付着珪藻については「種網を完全に覆った状態」、「フトモズク藻体と同程度付着した状態」および「付着なし～種糸の一部に少量付着した状態」に分類した。また、10分毎の水温および照度をUA-002-64(HOBO社)で測定した。

## 結 果

飼育水温は12~20℃で、フトモズクの育苗に適した水温帯であった(図1)。最大照度は、露天区の33万luxであった。また、露天区を100%とした場合の遮光区(ネトロン区, 遮光ネット50%区, 70%区および90%区)の平均照度と標準偏差は、各々37±21%, 14±6%, 8±4%, 2±1%であった(図2)。試験期間中は晴天の日が多く、特に試験開始後6日目まで連続して晴天となり、量産試験時の天候と同様の条件となった。照度測定値の1日あたりの積算照度は、 $6.5 \times 10^5 \sim 3.8 \times 10^6$  luxであった(図3)。

### 1. フトモズクの生長と種糸への付着密度

フトモズクの藻体長の推移を表1(種糸上面)および表2(種糸下面)に示した。種糸上面および下面におけるフトモズクの生長と種糸への付着密度は次のとおりであった。

#### (1) 種網上面(表3)

高照度の露天区では、10日目には糸状体が全流失し、その後36日目まで糸状体や藻体は確認されなかった(図4)。また、90%区は発芽せず、36日目まで糸状体の状態が続いた。ネトロン区, 50%区および70%区は、14日目には発芽した。発芽時の付着密度は、ネトロン区, 70%区で高かったが、時間の経過とともに藻体は流失し、36日目にはネトロン区で少量の藻体が残ったのみであった。

発芽後の生長は、50%区および70%区では14日目に0.1mmになったが、その後流失した。ネトロン区は36日目に冲出し可能サイズである2mmに達した。

#### (2) 種網下面(表4)

発芽は、露天区が10日目で最も早かった。14日目に発芽を確認したネトロン区, 50%区, 70%区では、各々の藻体長が0.3mm, 0.1mm, 発芽直後であったことから、高照度ほど早く発芽したことが伺えた。最速の露天区と最遅の70%区では4日間の開きがあった。90%区は種糸上面同様に発芽しなかった。

発芽後の生長をみると、藻体長2mmには、露天区で21日目, ネトロン区, 50%区, 70%区で36日目に達した。その後、露天区では36日目に45mmに達し、遮光区に比べて著しく高い生長を示した。

発芽後の付着密度は、いずれの試験区も14日目までは高密度で良好な状態であった。しかし、21日目には70%区で1/2以上の藻体流失がみられ、さらに36日目には

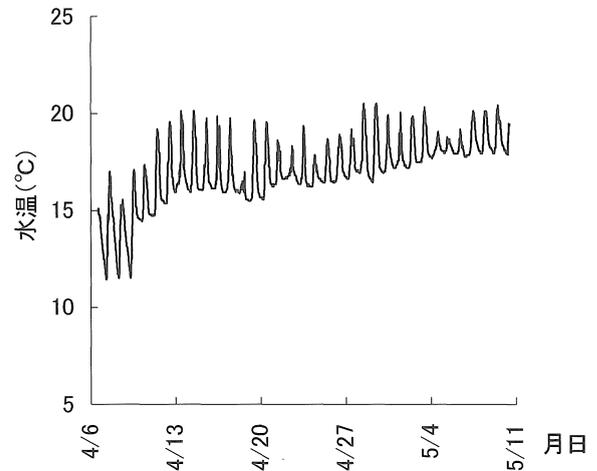


図1 育苗試験期間中の水温の推移

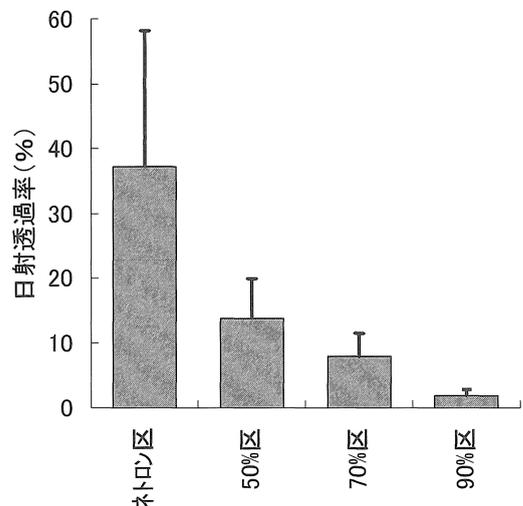


図2 遮光区別の日射透過率(露天区比)

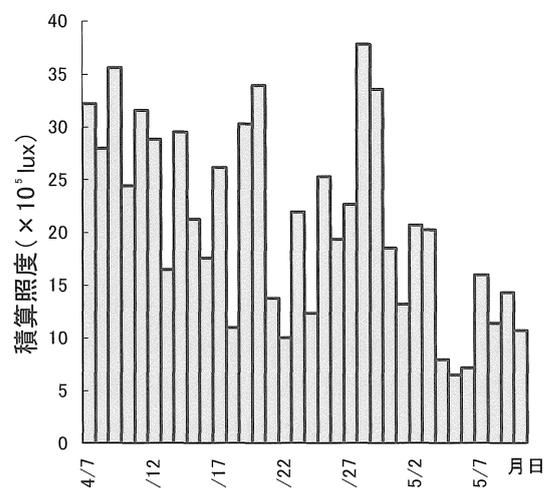


図3 1日の積算照度

ネトロン区, 50%区においても同程度の流失がみられた。一方, 露天区は36日目まで高密度に付着した (図4)。

## 2. 付着珪藻の付着状況とフトモズク藻体への影響

### (1) 種網上面 (表5)

露天区における付着珪藻の優占種は *Licmophora sp.* であった (図5)。14日目には同珪藻が高密度に付着したが, 定期洗浄で容易に除去可能であった。

また, 90%区を除く遮光区の優占種は羽状目珪藻であった (図6)。同珪藻は, 10日目に50%区で確認され, 21日目には70%区およびネトロン区においても観察された。同珪藻は付着力が強く, 定期洗浄では除去できなかった。各試験区とも時間の経過とともに急増し, 藻体を短期間で覆っていった。また, 低照度の90%区については, 付着珪藻の発生はみられなかった。

### (2) 種網下面 (表6)

露天区は, 種系上面と同様に *Licmophora sp.* が優占種となった。試験期間を通して藻体のごく表面に付着していたのみであり, 藻体への影響は認められなかった。

90%区を除く遮光区の優占種は, 種系上面と同じ羽状目珪藻であった。ネトロン区, 50%区および70%区において21日目に急増し, 36日目には種系全体に繁茂した。それにより, 大部分の藻体は流失した。

また, 低照度の90%区では種系上面同様に付着珪藻の発生はみられなかった。

表1 フトモズク藻体長の推移 (種系上面) (mm)

試験区	照度	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	×	×	×	×
ネトロン	↑	○	0.3	1.5	2.0
50%	↑↓	○	0.1	0.2	×
70%	↓	○	0.1	×	×
90%	低	○	○	○	○

表2 フトモズク藻体長の推移 (種系下面) (mm)

試験区	照度	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	○	0.2	2.0	45.0
ネトロン	↑	○	0.3	1.5	2.0
50%	↑↓	○	0.1	0.3	2.0
70%	↓	○	○	0.2	2.0
90%	低	○	○	○	○

※ 発芽前(糸状体)の状態 … ○  
藻体全流失 … ×

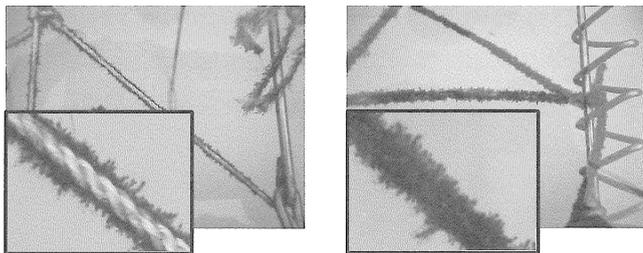


図4 露天区(21日目)の種系写真(左:種系上面, 右:種系下面)

表3 試験区別のフトモズク付着状況 (種系上面)

試験区	照度	発芽確認日	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	—	×	×	×	×
ネトロン	↑	14日目	○	○	▲	▲~×
50%	↑↓	14日目	○	▲	▲~×	×
70%	↓	14日目	○	○	×	×
90%	低	—	○	○	○	○

表4 試験区別のフトモズク付着状況 (種系下面)

試験区	照度	発芽確認日	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	10日目	○	○	○	○
ネトロン	↑	14日目	○	○	○	▲~×
50%	↑↓	14日目	○	○	○	▲~×
70%	↓	14日目	○	○	▲~×	▲~×
90%	低	—	○	○	○	○

※ フトモズク糸状体および藻体の付着状況  
・高密度…○  
・1/2 流失…△  
・全流失…×

表5 試験区別の珪藻付着状況 (種系上面)

試験区	照度	付着珪藻(優占種)	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	<i>Licmophora sp.</i>	○	○	○	○
ネトロン	↑	羽状目	○	○	▲	▲~×
50%	↑↓	羽状目	▲	▲	▲~×	×
70%	↓	羽状目	○	○	×	×
90%	低	—	○	○	○	○

表6 試験区別の珪藻付着状況 (種系下面)

試験区	照度	付着珪藻(優占種)	10日目	14日目	21日目	36日目
露天	高	<i>Licmophora sp.</i>	○	○	○	○
ネトロン	↑	羽状目	○	○	▲	▲~×
50%	↑↓	羽状目	○	○	▲	▲~×
70%	↓	羽状目	○	○	▲~×	▲~×
90%	低	—	○	○	○	○

※ 付着珪藻の状況  
・なし~少量(種網の一部に少量付着)…○  
・フトモズク藻体と同程度付着した状態…▲  
・種網を完全に覆った状態…×

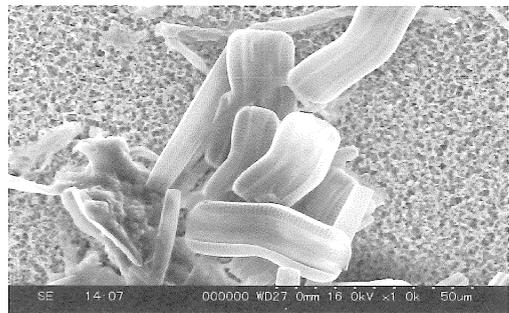


図5 露天区に付着した *Licmophora sp.*

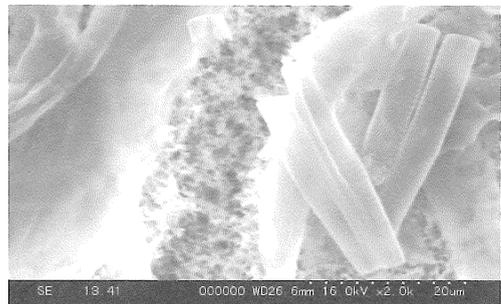


図6 ネトロン, 50%, 70%区に付着した羽状目珪藻

## 考 察

従来、育苗時には十分な日光の下での育苗が良いとされた。そのため、定期洗浄時に網の上下面を反転させ、網全体にムラなく光が当たる育苗法を行ってきた。しかし本試験により、糸状体の高照度への耐性が低いことが明らかになった。そのため、従来の育苗法では、網全体の糸状体が流失する可能性があることがわかった。'07年の量産試験時における育苗初期の糸状体流失原因は、連日の晴天による高照度によるものと考えられた。

また、長期間の遮光ネット使用により、強付着力の羽状目珪藻が付着しやすいことが明らかとなった。特に50%区程度の遮光率で最も繁茂した。同珪藻は短期間で急増し、0.3mm程度の高密度に付着した藻体も短期間に覆っていった。'07年の遮光ネット量産時の藻体流失原因は、本試験と全く同様の結果となったことから、強付着力珪藻が原因で流失したものと考えられた。

一方、照度のフトモズク生長に与える影響は、発芽までの糸状体期と発芽後の藻体期で異なることが明らかとなった。そのため、育苗法は各々分けて考える必要があると思われた。

### 1. 糸状体期の育苗

有効な育苗法として、遮光ネットを利用した方法と露天育苗法の2つの方法が考えられた。

#### 遮光ネットを利用した育苗法

発芽に要した期間は、最も早かった露天区下面で10日目であり、最も遅かった70%下面区との差は4日程度であった。また検鏡の結果、両区とも高密度に発芽しており、健苗性に差は認められなかった。このことから、照度が晴天時の10~20%程度あれば、やや発芽速度は遅くなるものの、糸状体への影響は少ないものと考えられた。特に、60%程度の遮光区（ネトロン区）では、14日目までの生長が露天区下面を上回り、また種糸全面にも高密度付着となり、育苗初期において良好に経過した。このことから、発芽期まで種糸全面に高密度に生育させるためには、ネトロン遮光による育苗が有効であると考えられた。ただし、2週間程度遮光するため、強付着力珪藻に十分注意する必要がある。

#### 露天による育苗法

露天区の種糸下面は、他区と比較して最も高い生長を示した。付着量はネトロン区よりも少なく、種糸面積の1/2程度の付着であったが、過去にフトモズクを最も量産した'06年時の種糸よりも多い付着量であった。'06年時の種網生産では、種糸側面のみでの付着であり、付着量は種糸面積の1/3~1/4程度で、養殖も良好に経

過した<sup>9)</sup>。また、露天育苗は強付着力珪藻へのリスクが低く、作業効率も高い。養殖に適した付着量は、今後フィールドでの試験を要するが、露天において網の上下面を固定した育苗法も有効と思われた。

### 2. 藻体期の育苗

発芽後においては、露天区下面の生長が遮光区に対して著しく高かった。藻体は高照度ほど高生長であったことから、照度は藻体の生長に重要な要素であることが明らかとなった。一方、藻体の高照度耐性については、直射日光の当たる露天区の種糸上面が糸状体段階で流失したため、明確にはならなかった。今回の結果を考えると、藻体期の育苗法は上下面を固定した露天育苗が良いと思われた。すなわち、万が一、種糸上面の藻体が高照度で流失した場合でも、種糸下面の藻体が残る、藻体が少なくとも種糸の1/2以上付着した種網生産が可能であると思われた。藻体への高照度の影響については、今後の研究により明らかにしていく必要がある。

本試験により考えられた育苗法については、今後、実際の育苗現場で実証試験を行っていく必要がある。また、付着珪藻や照度との関係については、育苗場所の使用海水の栄養塩や付着珪藻の種類、水槽等の条件等によって異なる。そのため、細かな育苗手法については、育苗場所毎により効果的、効率的な手法を開発していく必要があると考えられた。さらに、より発展した対策を考えるためには、フトモズクに悪影響を与える光の波長（紫外線等）等についても研究していく必要があると考えられた。

## 文 献

- 1) 福澄賢二：筑前海におけるフトモズク養殖試験，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第14号，37-44 (2004)。
- 2) 堀輝三：藻類の生活史集成，第2巻褐藻・紅藻類，内田老鶴圃，1993，pp. 28-29。
- 3) 吉岡武志：フトモズク量産化に向けた海面養殖，福岡県水産海洋技術センター研究報告，第17号，21-27 (2007)。
- 4) 吉岡武志：フトモズク養殖実用化試験，平成18年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，31-32 (2008)。
- 5) 四井敏雄：フトモズク配偶体の成熟と接合子の形成，長崎水試研報，5，33-38 (1979)。
- 6) 新村巖：オキナワモズク養殖に関する研究，鹿児島

水産試験場紀要, (1976).

- 7) 当真武：褐藻モズク（仮称イトモズク）の生態と種苗保存法の検討，平成2年度沖縄県水産試験場事業報告，128-140（1990）.
- 8) 瀬底正武：沖縄産モズク養殖に関する技術改良試験－Ⅲ，平成2年度水産業改良普及活動実績報告書，3-7（1990）.
- 9) 吉岡武志：フトモズク養殖実用化試験，平成17年度福岡県水産海洋技術センター事業報告，34-35（2007）.