

温暖化に適応したノリ養殖技術の開発事業－I

温暖化に適応した高生長養殖品種の育成と実証

岩出将英・舘 洋・北川強司

目的

秋季における海水温の上昇は、ノリ養殖の開始時期を遅延させ、漁期が短縮化する一因となっている。このような海況で安定生産を行うためには、限られた養殖期間において効率的に収量を確保することが重要となる。

本研究では、国立研究開発法人水産研究・教育機構（以下、水産研究・教育機構）が保有している高生長の特性が期待されるノリ品種を用いて、培養試験および養殖試験を実施し、生長に関する特性について調査する。

方法

1 室内培養による女川スサビの生長特性調査

調査に用いた品種は、水産研究・教育機構が保有している女川スサビ、女川 D および基準品種 U-51 とした。3 品種を水温 18 °C および 12 °C で培養し、それぞれ水温における生長性を調べた。品種の生長性は、18°C では試験終了時の葉長、12°C では一定期間の生長速度によって評価した。

1) 水温 18°C における生長性

品種ごとに殻胞子をビニロン単糸に採苗後、葉長が 1cm 程度まで生長した段階でビニロン単糸から剥離し、500mL の枝付培養フラスコで 28 日間の通気培養を行った。培地は、地先海水を孔径 0.45 μ m のメンブレンフィルターで濾過滅菌し、塩分を 30 に調整した 1/2SWM-III 改変培地を用いた。培養条件は、水温 18 °C、光周期は明期 11 時間：暗期 13 時間、照度は 4,600 lux 程度とした。換水は、5 日に 1 回の頻度で行った。培養中の測定（葉長、葉幅）は、生長や形状が上位の葉状体について行った。

2) 水温 12°C における生長性

培養由来と養殖由来の 2 種類の葉状体を用いて、水温 12°C における生長性を調べた。

培養由来の葉状体は、1) の試験終了時に成熟が見られず、形態異常のない女川スサビ、女川 D および U-51 の葉状体をキムワイプで脱水し、適度に乾燥させた後、-30 °C で一時冷凍保存した。冷凍保存した葉状体を水温 12 °C の海水で解凍させた後、品種ごとに葉状体 8

枚を 300mL の枝付培養フラスコで 5 日間の通気培養を行った。水温以外の培養条件および培地は 1) と同様とした。次に養殖由来の葉状体は、養殖試験中の女川スサビおよび U-51 の葉状体を用いた（女川 D の養殖試験は実施していない）。令和 4 年 12 月 3 日に養殖試験を実施している漁場（水温 16.4 °C）から女川スサビおよび U-51 の養殖網 5 cm を切り取った。各養殖網を水温 18 °C の 1/2SWM-III 改変培地で 3 日間の馴致培養を行った後、成熟が見られず、形態異常のない葉状体をキムワイプで脱水し、適度に乾燥させた後、-30 °C で一時冷凍保存した。冷凍保存した葉状体を水温 12 °C の海水で解凍させた後、品種ごとに生長や形状が上位の葉状体 5 枚を 300mL の枝付培養フラスコで 5 日間の通気培養を行った。水温以外の培養条件および培地は 1) と同様とした。

2 浮き流し漁場における女川スサビの養殖特性調査

女川スサビの養殖試験は、鈴鹿市地先（以下、鈴鹿漁場）の浮き流し漁場において実施した。対照品種は、基準品種 U-51 とした。

令和 4 年 5 月に女川スサビおよび U-51 のフリー糸状体をカキ殻に散布し、常法によりカキ殻糸状体を垂下培養して成熟させた。10 月 4、5 日に品種ごとに 8 枚の養殖網に陸上採苗を行い、養殖網は試験開始まで -20°C で冷凍保存した。冷凍保存前に品種ごとの網糸片側 2.2 mm あたりの芽付数を計測した。陸上採苗に際し、培養中のカキ殻糸状体を用いて、冷水処理（20°C 程度まで培養水温を冷却）から殻胞子を放出するまでに要する時間を調べた。

10 月 19 日から 11 月 12 日にかけて、支柱方式により育苗を行った。育苗後の養殖網は、-20°C で一時冷凍保存し、11 月 24 日から漁場に張り込んで養殖試験を開始した。12 月 3 日から 1 月 19 日の間に定期的にサンプリングを実施した。

各品種の摘採および活性処理は、同日に行うこととし、サンプリングは、基本的に摘採の数日前から直前に実施した。サンプリング時に各品種の葉状体を数十枚、研究室に持ち帰り、任意の葉状体（20 枚以上）の葉長、葉幅および色調を測定した。測定値について、品種間で Tukey-Kramer 法による有意差検定を行った。

海況データ（水温，DIN 濃度，クロロフィル a 濃度）は，三重県水産研究所が実施した黒のり漁場栄養塩調査の結果を用いた。DIN は，オートアナライザー（BLTEC 社製，SWAAT 28）により，クロロフィル a 濃度は蛍光光度計（SIMAZU 社製，UVmini-1240）により測定した。色調は，色彩色差計（NIPPON DENSHOKU 社製，NR-11）を用いて測定し，L*値，a*値，b*値から規定の計算式「 $100 - \sqrt{(L^* - 50)^2 + (a^* - 0)^2 + (b^* - 0)^2}$ 」により黒み度を求めた。

育成素材を収集するため，育苗終了時の令和 4 年 11 月 12 日に女川ササビおよび U-51 の養殖網 5cm を数本採集し（水温 18.6℃），研究室で品種ごとに 5 日間の室内培養を行った。水温は 18℃，その他の培養条件は，1 の 1)と同様とした。

結果及び考察

1 室内培養による女川ササビの生長特性調査

1) 水温 18℃における生長性

試験終了時の平均葉長（平均値±標準偏差）は，女川 D（145.2±27.0 mm）が最も大きく，続いて女川ササビ（142.4±28.6 mm），U-51（89.6±16.1 mm）の順となり（図 1），女川ササビおよび女川 D の葉長は，U-51 より有意に大きかった（ $p < 0.05$ ）。

試験終了時の葉長葉幅比（葉長/葉幅）は，すべての品種間で有意差があり（ $p < 0.05$ ），女川ササビおよび女川 D は，U-51 に比べて細葉の葉形を示した（図 2）。

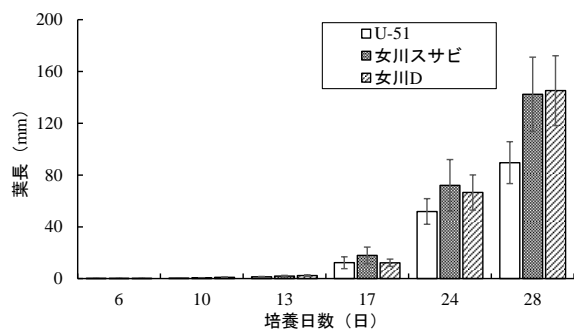


図 1. 葉長の推移

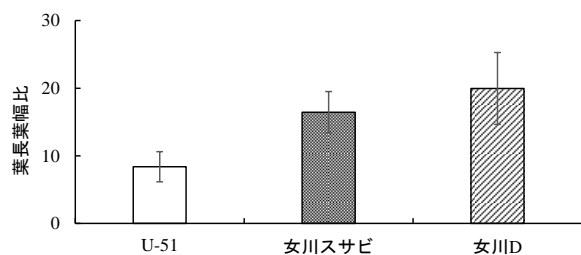


図 2. 培養終了時の葉長葉幅比

2) 水温 12℃における生長性

5 日間の培養期間における各品種の生長速度（ $\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$ ）は，葉状体の由来に関係なく，女川ササビが U-51 に比べて 1.7~2.2 倍速かった。一方，培養由来の葉状体を用いた培養試験では，女川 D の方が U-51 より生長速度が遅かった（表 1）。

表 1. 12℃における生長速度

品種名	生長速度 ($\text{mm} \cdot \text{d}^{-1}$)	
	培養由来の葉状体	養殖由来の葉状体
U-51	8.0	5.0
女川ササビ	13.2	11.1
女川D	5.9	—

水温 18℃および 12℃では，いずれの水温においても女川ササビが U-51 に比べて高生長を示した。一方，12℃における女川 D の生長性は U-51 より劣った。以上のことから，女川ササビは年内生産期の水温帯（概ね 12℃~18℃）において，高生長の特性を有すると考えられた。女川ササビから選抜育種された女川 D は，比較的水温が高い時期には高生長の特性を示すものの，年内生産期後半の低水温帯では女川ササビに比べて生長性が劣ることが推察された。

2 浮き流し漁場における女川ササビの養殖特性調査

1) 養殖環境

育苗開始時（10 月 19 日）の水温は，21.2℃であった。本張り時（11 月 24 日）の水温は，18.3℃であった。養殖試験期間中の水温は，概ね順調に低下した（図 3）。クロロフィル a 濃度は，0 から 10.5 $\mu\text{g/L}$ の間で推移した。育苗開始時から 10 月下旬にかけてスケルトネマ属を優占種とする珪藻プランクトンが最高密度 9,950 cells/mL で発生したため，DIN は 2 μM 以下で推移したが，本張り時の DIN は 10 μM 以上まで回復していた。11 月下旬から 12 月中旬にかけてやや高いクロロフィル a 濃度（最大濃度 5.8 $\mu\text{g/L}$ ）が観測され，DIN が一時的に減少した。12 月中旬以降の DIN は概ね 6 μM 以上で推移したため，養殖試験期間中に明確な色落ちの発生はなかった（図 4）。

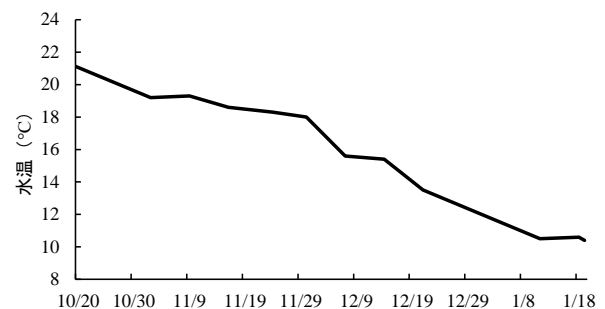


図 3. 水温の推移

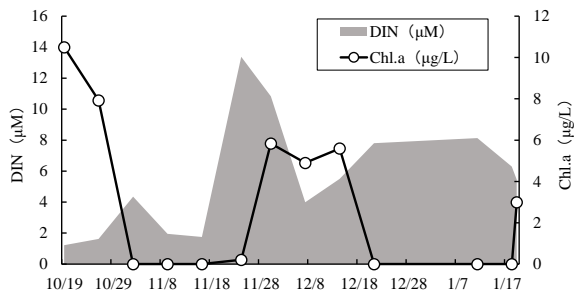


図 4. クロロフィル a 濃度と DIN の推移

2) 養殖特性の把握

陸上採苗時の品種ごとの芽付け数 (平均値±標準偏差) は、女川スサビ (10.5 ± 4.0) の方が U-51 (19.7 ± 3.3) より少なかった。殻胞子の放出数がピークとなるまでの期間は、U-51 では 6 日間であったのに対し、女川スサビは 9 日間を要した。また、放出ピーク時の殻胞子数は、女川スサビの方が U-51 に比べて顕著に少なかった。育苗終了時の供試品種ごとの養殖網を確認すると、女川スサビの芽数は U-51 に比べて少なかった。

サンプリング回次ごとの葉長の推移を図 5 に、葉長葉幅比の推移を図 6 に示した。葉長は、12 月 7 日では品種間で差が見られなかったものの、12 月 13 日以降では女川スサビが U-51 に比べて有意に大きかった ($p < 0.05$)。養殖試験では、水温が 12°C を下回った年明け生産期 (令和 5 年 1 月 11 日, 1 月 19 日) においても同じ傾向が見られた。女川スサビの葉長葉幅比は、調査期間を通じて U-51 より大きく、図 2 で確認された葉形に関する特徴と同じであった。

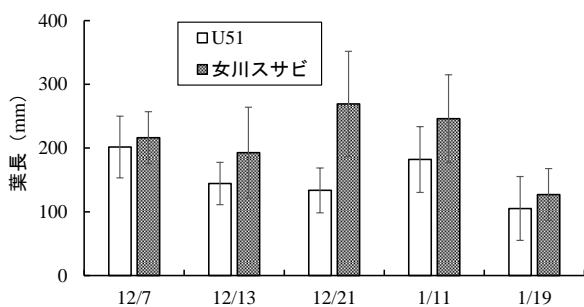


図 5. 葉長の推移 (エラーバーは、標準偏差)

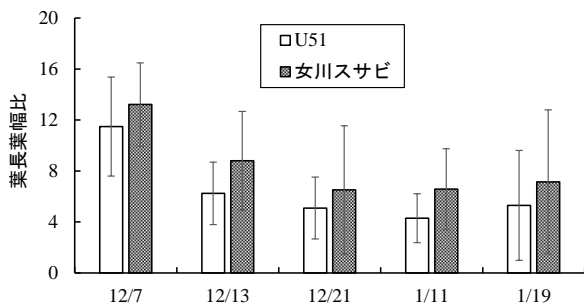


図 6. 葉長葉幅比の推移 (エラーバーは、標準偏差)

以上の結果から、年内生産期の水温帯 (12~18°C) において、女川スサビは基準品種 U-51 に比べて高生長の特性が確認された。

海水温の上昇による、ノリ養殖の開始時期の遅延は、年内生産期間を短縮させている。一般的に板ノリ製品は年内において高値で取引される傾向があるため、年内生産量の確保は漁家経営の安定化を考えるうえで重要だと考えられる。

本研究において、女川スサビの高生長の特性が確認された。今年度の調査では、陸上採苗時に品種間ごとの採苗密度に大きな差があったため、養殖試験での収量性について考察することが困難であった。来年度では、陸上採苗における採苗密度を品種間で揃えること、採苗後の一時冷凍保存時における殻胞子の養殖網からの脱落 (芽減り) についても調査する必要がある。

過去に実施されたアマノリ養殖品種の特性に関する研究事業 (2014) において、女川スサビは遊離アミノ酸含量が多く、かつ、耐病性 (壺状菌病, あかぐされ病耐性) を有するとされており、女川スサビを養殖品種として活用することで、年内生産期における高品質なノリ生産への寄与も期待される。ただし、女川スサビは一般的な養殖品種に比べて、陸上採苗前の冷水処理に要する期間が長いという特性が示唆されたため、実用品種としての使用を考えるうえで、他品種との混合採苗を実施する場合には、カキ殻糸状体の培養スケジュールの検討が必要になると考えられる。

参考文献

藤吉栄次, 玉城泉也, 小林正裕, 有瀧真人. アマノリ養殖品種の特性. 独立行政法人水産総合研究センター西海区水産研究所, 長崎. 2014 ; 29-35.