

摘採回数異なるノリ葉体の厚さおよび自由水, 含水率の変化

増田裕二・山田秀樹・横尾一成・川村嘉応

Changes of the Water Content Rate and the Thickness of Cell Wall in Nori Thalli on Every Harvest

Yuji MASUDA, Hideki YAMADA, Kazunari YOKOO and Yoshio KAWAMURA

まえがき

ノリは近年の分類体系の見直しにより, *Porphyra* 属から *Pyropia* アマノリ属と呼ぶことが提案され¹⁾, ノリ養殖に使われるアマノリ属の種は, 遺伝的研究からスサビノリとされている²⁾。このノリ葉体の断面は, 1 個の細胞を中心に両側を細胞壁に囲まれた薄い 1 層で構成されている。従って, 葉体内の細胞壁の厚さ (以下, 壁厚) や細胞の大きさ (以下, 細胞径) によって葉体の厚さ (以下, 葉厚) が表わされる。ノリ養殖では, 葉体がある一定の長さになった時点で摘採され, 乾海苔に製造されるが, 葉体は摘採されたのちも同じ葉体が伸長し適正サイズになると摘採され, これが繰り返される。摘採されたノリの葉厚等の性状は, 乾燥条件を決める重要な指標となる³⁾。しかし葉体の壁厚や細胞径の摘採毎の変化および生ノリが乾燥されるまでの含水量の変化など乾燥条件に影響する点については詳細に調べられていない^{4,5)}。

そこで, 今回, 実際のノリ養殖漁場のノリ葉体を摘採毎に採取し, 壁厚, 細胞径および生ノリの乾燥過程における水分量を調べたので, その結果を報告する。

材料および方法

摘採回数別や部位別のノリ葉体の壁厚や細胞径を調べるために, 2011, 2013 年度の秋芽網期と冷凍網期に養殖されたナラワスサビノリを採取した。2011 年度は, 図 1 に示す A 地点 (佐賀県有明海漁業協同組合広江支所の漁場) から定期的に葉体を摘採後, センターに持ち帰って, 筥 (合成樹脂製ザル) に移して 30 分間水切りした (ステップ 1)。さらに手絞りした後 (ステップ 2), 吸湿性のある濾紙で海水を拭き取り (ステップ 3), 扇風機を用い

て乾燥している状態にまで水分を除去した (ステップ 4)。ここまで乾燥させたのち, 一定量を冷凍保存 (-25℃) した。壁厚・細胞径の変化は, 2011 年度は先に冷凍保存した葉体 (150~200 mm) を最大約 3 か月後に解冻し葉先, 中央, 根元の 3 部位に分けてカッターを用いて細断し, それを顕微鏡下で図 2 に準じてそれぞれを測定し, 葉厚を表裏の壁厚と細胞径の合計で表した。同時に葉長, 葉幅を測定し, 葉長幅比は葉長/葉幅で表示した。

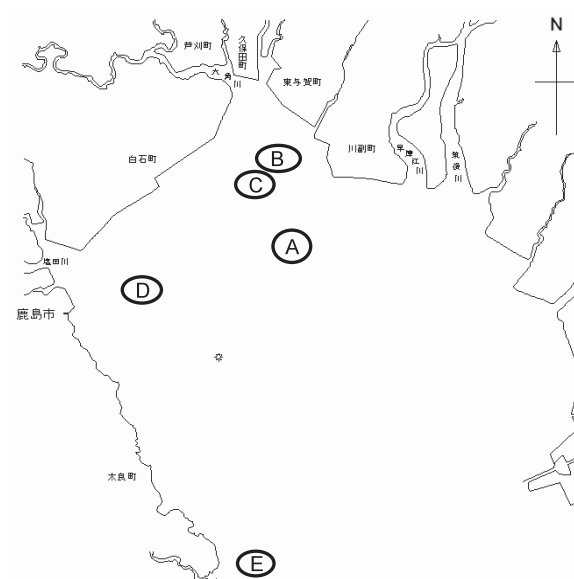


図 1 採集地点

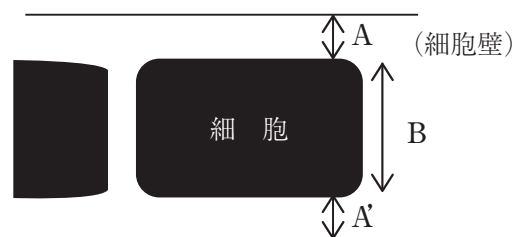


図 2 葉体の断面図と測定部位

2013年度は図1に示す東部から南部までの4地点(B:同漁協東与賀支所, C:同芦刈支所, D:同鹿島支所, E:同大浦支所)で葉体を採集したのち、直ちにカッターを用いて葉先部を細断し、それを顕微鏡下で前述と同様の方法で測定した。なお、A~D地点では支柱式養殖, E地点では浮流式養殖が行われている。

一方、扇風機で乾燥したものは、70℃で7時間乾燥し最終の重さとして秤量した。含水率は乾燥前の重さAを基礎とする含水率(湿量基準含水率(%)) = (A - B) / A, 材料の乾燥前の重さ:A, 材料の完全乾燥後の重さ:B, 蒸発した水分量:A - B) で表した。

結果および考察

1. 摘採回数ごとの壁厚・葉の厚さの変化

2011年度にノリ葉体の壁厚と細胞径を調べた結果を、図3に示した。秋芽網摘採1回目では葉先の細胞壁は4.9μm, 細胞径11.8μm, 葉厚21.6μmであった。冷凍網期1回目では秋芽網期とほぼ同じでそれぞれ4.6, 15.6, 24.8μmあったが摘採回数が増えるとともにそれぞれが厚く大きくなり、8回摘採時の葉先の壁厚は、1回目の2.0倍の9.1μm, 細胞径は同じく1.2倍の18.1μm, 葉厚は同じく1.5倍の36.3μmとなった。

葉の部位別を比較すると、冷凍網期1回目の葉先の壁厚, 細胞径, 葉厚は先述のとおりで根元ではそれぞれ5.9, 18.8, 30.6μmと根元に向かって大きくなった。摘採回数が増えてもこの傾向は同じで、8回全ての平均値と比較してみると、冷凍網期の葉先ではそれぞれ4.6, 17.5, 32.7μmであったが、根元では11.3, 20.8, 52.9μmといずれも根元に向かって大きくなっていった。

また2013年度に地区別に葉先の壁厚と細胞径を調べた結果を図4に示した。各漁場の秋芽網期・冷凍網期の壁厚, 細胞径および葉厚は2011年度と同じように摘採回数が増えるにつれて大きい値となっていた。それぞれの値についても大差は認められなかった。地区別にみると、秋芽網期では、支柱漁場である3地点の摘採3回の平均で、壁厚6.0~7.1μm, 細胞径15.6~17.6μmと差がなかったが、浮流式漁場であるE地点と比較すると、壁厚は6.1μmと大差がなかったものの、細胞径は19.9μmと浮流式漁場の方が大きかった。冷凍網期でも秋芽網期と同様な傾向が見られたが、とくにE地点の細胞径は摘採回数が増えるにつれて大きくなるのが顕著であった。ただ、B地点の6, 7回目, C地点の4, 6回目, D地点の4回目では色落ちしたノリを測定しており、明らか

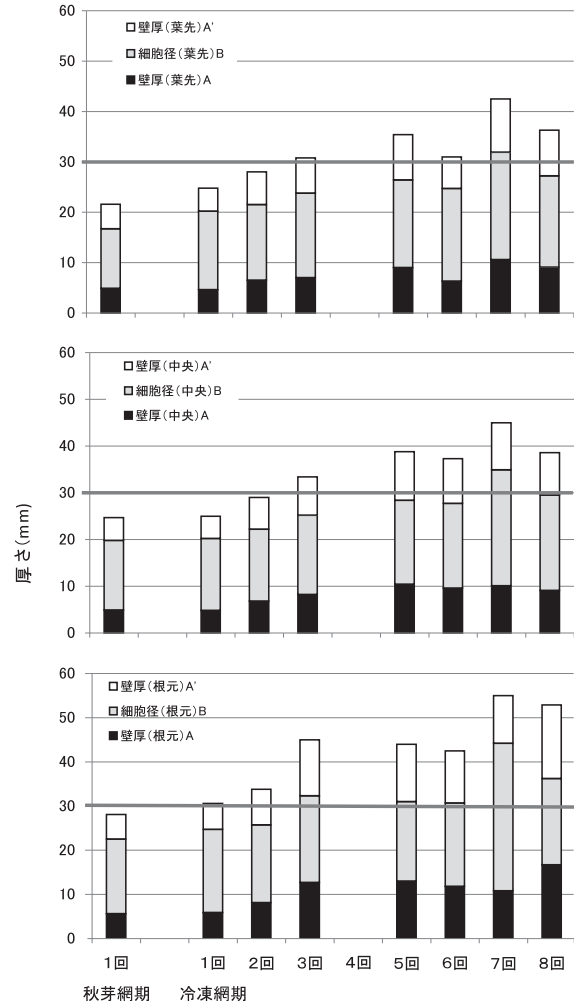


図3 A地点におけるノリ葉体の細胞壁の厚さおよび細胞の大きさの変動

に壁厚が厚い傾向が見られていた。更に細胞径については浮流式漁場の方が支柱式漁場より大きかったのは秋芽網期と同じであった。

壁厚や細胞径については、従来からノリの種類や品種によって異なるとされてきたが、今回の調査では摘採回数が増えるにもなって支柱式養殖の壁厚, 細胞径が大きくなったことや特に壁厚に両養殖との間に差はないものの、浮流式養殖の細胞径が顕著に大きかったことなど、摘採回数や養殖方式による差が認められた。島崎・野口⁴⁾は葉体の厚さについて、三期作の漁場で葉が厚くなることについてはノリ網数が減って、流れが速くなり、また波立ちもよくなるのが一つの原因としているが、このような漁場環境との関係も含めて、ノリの種類や品種による差など今後検証すべきと思われる。

葉厚と乾海苔の硬さとの関係、硬さと化学的成分(糖成分)との関連⁶⁾、葉厚と養殖方法との関連^{4,7)}など、葉厚は乾海苔の製造時の乾燥条件、ひいては品質に大きく

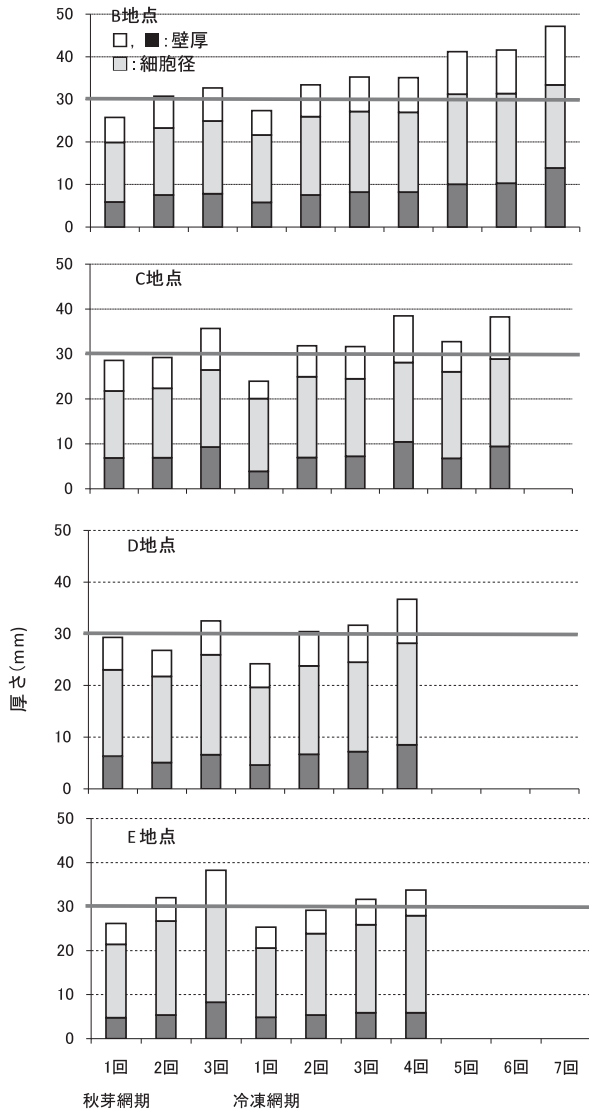


図4 B～E地点におけるノリ葉体の細胞壁の厚さおよび細胞の大きさの変動

影響している。とくに瀬古ら⁸⁾、濱ら⁶⁾は硬さと化学的成分(糖成分)との関連を求め、ポルフィラン(Por)および3,6-アーンヒドロガラクトース(AG)の含量が少ない初回摘みの若い芽を用いて作られた乾海苔は、柔らかく、摘採回数が増すに従ってPorおよびAGの含量が増加する傾向にあることを報告している。今後、細胞間や細胞壁を構成する糖の組成の違いなど詳細に検討することで壁厚、細胞径および葉厚の変動の意味が理解されると思われる。

2. 摘採ごとのノリ葉体の葉長・葉幅の変化

摘採毎のノリ葉体の葉長と葉長幅比の変化は図5に示すとおりである。葉長はいずれの摘採でも葉長140～200mmの範囲で摘採が行われていることを示している。いっぽう葉長幅比は冷凍1,2回目ではそれぞ

れ約28.0, 31.1であったが、3回目以降摘採が進むにつれて徐々に小さくなり、8回目では7.8と葉形は幅広くなっていく傾向が見られた。このように摘採回数が増えてノリ葉体の厚みが増していくと、葉体は幅広になっていくことになることが明らかとなった。しかし、幼葉の葉長幅比は水温が低いと幅広になる⁸⁾ことがわかっているものの、調査した冷凍網期は、水温条件はおよそ12℃から9℃に低下傾向を示し、塩分は29～30と安定したときであり、葉形とこの間の環境との関係については、さらに検討する必要があるだろう。

3. 摘採回数ごとのノリ葉体の自由水量と含水率の変化

倉掛⁹⁾はノリの乾燥について恒率乾燥と減率乾燥に分け、恒率乾燥で除去される水分は物理的に材料に付着している水分が多く自由に脱水できるので自由水分、これに対し減率乾燥で除去される水分は蛋白質などと化学的に結合している水分が主となるので結合水と称している。生ノリは通常、手でつかむとベタベタ感と水分が多いというモチモチ感があり、この感触はノリ葉体の表面水分である自由水で、その量が多い場合は一般的に「水持ちが良い」、その逆として「水切りが悪い」と表現され

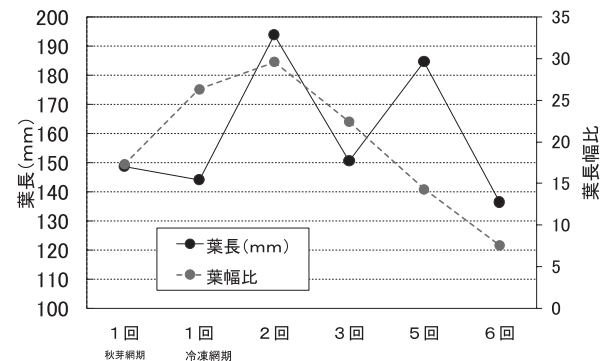


図5 ノリ葉体の生長

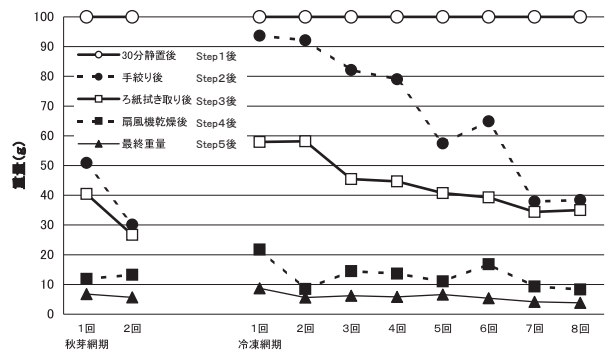


図6 生ノリの乾燥に伴う重量変化 (Step1:ノリ30分静置後, Step2:手絞り後, Step3:ろ紙拭き取り後, Step4:扇風機乾燥(おそ乾製品)後)

る。

生ノリを乾燥していく過程で自由水の量がどのように減っていくかを脱水と乾燥に伴う重量の変化として、図6に示した。秋芽網期の1回目は手絞りによって51g、濾紙による拭き取りで40gまで低下した。冷凍網期の1回目は手絞りでは94gと脱水量は少なく、更にろ紙ふき取りでも58gであった。冷凍網期の生ノリのほうが自由水の多い「水切りの悪い」、その逆の表現として「水持ちが良い」ノリといえる。この傾向は冷凍網期では摘採回数を増すごとに減少し、冷凍網の8回摘採では手絞りで38gに、濾紙による拭き取りで35gまで低下した。続いて扇風機による乾燥でも同じように摘採回数が増えるにつれて、低下していく傾向は同じであった。このように生ノリは、摘採回数が少ない時には多くの水分を保持している（自由水が多い）ために、生ノリから乾海苔にまで乾燥する時間が長く必要であり、温度を高くしないと乾燥しないことになる³⁾。つまり摘採回数を増すごとに乾燥は容易になる傾向がうかがえる。「水切りの良い悪い」については、自由水分の差を示していると思われる、養殖年の水温などの環境条件により異なることを経験している。このような「水切りの良い悪い」については、乾燥条件に大きく影響する³⁾。冷凍網入庫前の生ノリの乾燥について、倉掛⁹⁾は摘採回数の少ない網を対象として研究しているため、表面脱水を終えた時の含水率は83%と記している。今回の試験では吸水性のある濾紙での拭き取り時点で該当し、数値としてもほぼ一致する。従って自由水は扇風機による乾燥までに除去される水分であり、それ以降除去された水分が結合水となる。

ノリ葉体に含まれるノリの含水率の変化を図7に示した。各脱水の過程における含水率は、秋芽網期、冷凍網期ともに静置後は91~96%、手絞り後は89%~94%で、濾紙による拭き取り後は84~90%であった。しかし、

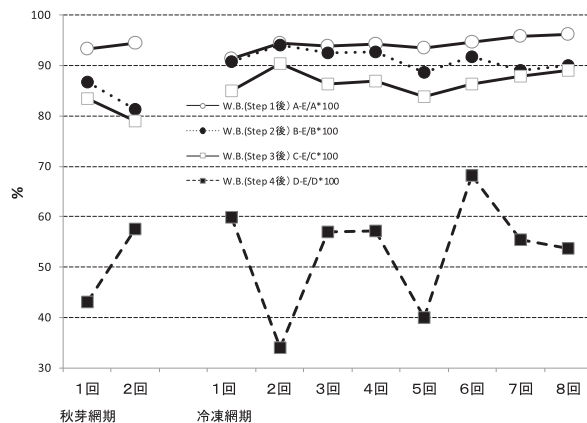


図7 ノリの含水率の変化
(Step1: ノリ 30分静置後, Step2: 手絞り後, Step3: ろ紙拭き取り後, Step4: 乾燥(およそ乾製品)後)

扇風機による乾燥後は34~68%と大差があり、特に6回目は68%と大きかった。また表1の結果から、摘採1, 2回目では乾燥にかなりの時間を要しており、また先述したようにノリが自由水を大量に含んで「水切りが悪かった」ことを示している。6回目に高くなったことについては、細胞径(図3)も薄くなっていることから、この時に芽替わりなどによってノリの質(若さ)が変化したものと思われた。さらに、今回の試験でも扇風機による乾燥の2, 5回目では30, 40%であった。この値は冷凍入庫前にノリを乾燥させる状態である、「塩の結晶が表面に薄く粉状に出て、ノリの葉に艶があり、ノリの葉を引っ張るとゴム状にやや弾力がある乾燥状態」のノリの含水率20~40%⁶⁾とほぼ一致する。しかし扇風機による乾燥時で34~68%となり、差が出たことは試験者の経験による差なのか今後の課題として残る。

以上のように含水率としては差がないことから、「水切りが良くなる」すなわち摘採するたびに自由水の量が少なくなるという現象が細胞間を充填するPor量など

表1 摘採時の枚数、乾燥時の濃度調整器の値およびゴム状にまで乾燥するのに要した時間

	秋芽網期		冷凍網期							
	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
摘採回数	1	2	1	2	3	4	5	6	7	8
摘採日(2011年)	11月17日	11月24日	1月4日	1月10日	1月16日	1月23日	1月30日	2月6日	2月15日	2月24日
平均値(1枚当たりg)	3.21	3.21	3.438	2.93	3.376	3.4	3.226	3.226	3.452	3.48
枚/網	250	250	610	650	550	500	600	800	1000(短めに)	1000(短めに)
濃度調整器の値			50.7	47.5	47.3	46.8	44.5	43.8	42.1	38.3
備考	未記録	未記録	未記録	8時間。非常にべたべた状態	5時間。非常にべたべた状態	2時間	2.5時間	4時間	3時間	2時間

の糖に起因するのかを研究する必要がある。それによって生ノリを乾燥する時の乾燥条件がきめ細かく決定されるようになり、乾燥方法などが改善され高品質海苔の生産に繋がるものと期待される。

謝 辞

佐賀県有明海漁業協同組合 広江支所の山田康之氏、東与賀支所の吉田俊幸氏、吉田剛氏、芦刈支所の橋間勝由氏、鹿島市支所の松尾徳将氏には葉体の採集に協力していただいた。厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 菊池則雄 (2012) : 紅藻ウシケノリ目の属の再編について. 藻類, 60, 145-148.
- 2) 二羽恭介 (2006) : 養殖ノリの分類および遺伝・育種学的研究. 学位論文, 神戸大学, 神戸, pp. 169.
- 3) 加工海苔入門 (2001) : 日本食料新聞社, 東京, pp. 215.
- 4) 島崎大昭・野口敏春 (1980) : ノリ三期作養殖について. 佐有水研報, (7), 43-49.
- 5) 川村嘉応・中尾義房・梅田智樹・北嶋博卿・白嶋勲 (1991) : 高品質ノリ生産技術の開発に関する研究. 平成2年度地域重要新技術開発促進事業報告書, 1-52.
- 6) 濱洋一郎・常田尚正・杉本良子・中川浩毅 (2011) : 乾海苔に含まれる多糖含量とポルフィランの性質. 日本水産学会誌, 77(5), 881-886.
- 7) 川村嘉応・鷺尾真佐人・山口忠則・千々波行典・野口敏春・吉本宗央 (1996) : ノリの品質特性評価と生産管技術に関する研究. 平成8年度地域重要新技術開発促進事業報告書, 1-25.
- 8) 瀬古準之助・萩田健二・野田宏行・天野秀臣・堀口吉重 (1982) : のりの硬さについて. 三重県伊勢湾水産試験場報告, 1-51.
- 9) 倉掛武雄 (1966) : 海苔網冷蔵の手引き. 全国海苔貝類漁業協同組合連合会, 東京, pp. 72.