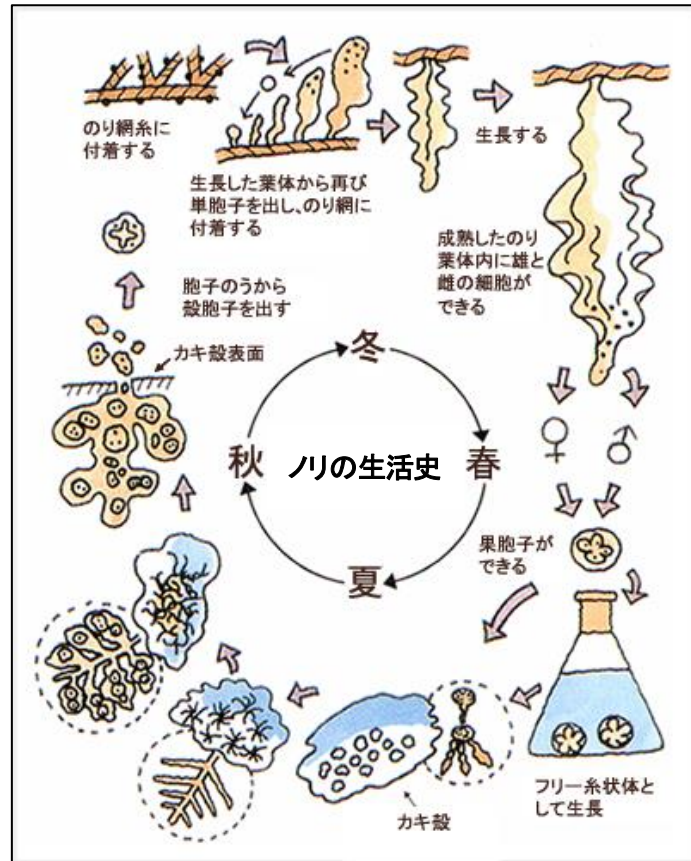


ノリ原藻の冷凍保存マニュアル



平成 31 年 3 月

国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所および瀬戸内海区水産研究所,
佐賀県有明海漁業協同組合, 千葉県水産総合研究センター, 株式会社大坪鉄工,
日清丸紅飼料株式会社, 長崎県総合水産試験場, 丸秀醤油株式会社,
国立大学法人三重大学, 御木本製薬株式会社, 株式会社アースリンク,
佐賀県有明水産振興センター

本マニュアルは、国立研究開発法人農業・食料産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業」(うち地域戦略プロジェクト)の事業課題「低価格な養殖ノリの利用拡大によるノリ養殖の競争強化(平成28～30年度)」の「大項目1 新しいノリ乾燥ラインの構築」のなかの研究課題「1-(2)ノリ原藻の保存方法の開発」における成果をもとに作成したものである。

はじめに

生ノリは放置すると軟弱化し、腐敗が速やかに進行するので、ノリ養殖業者自らが収穫後直ちに板海苔に加工しています。しかし、板海苔に加工した際の販売価格が加工コストに見合わない低品質な色落ちノリ（以下、「低価格ノリ」とする。摘採回数が多いノリ、色落ちノリ等）については、ノリ原藻のまま多くは廃棄されるか、または板海苔に加工された場合は、全て入札会に出品されるが、低価格での落札であるのが現状で、札無しの場合は処分料を支払って廃棄しなければなりません。このような低価格ノリを高付加価値化させるため、新たな用途の開発と安価に製造する技術開発を行う必要があります。

そこで、下記の機関が研究コンソーシアム「低価格な養殖ノリの利用拡大によるノリ養殖の競争強化共同研究機関」を組み、競争的研究資金である国立研究開発法人農業・食料産業技術総合研究機構生物系特定産業技術研究支援センター「革新的技術開発・緊急展開事業」（うち地域戦略プロジェクト）に、「低価格な養殖ノリの利用拡大によるノリ養殖の競争強化」の課題提案を行いました。その結果、採択を受け、平成28～30年度の3カ年の開発研究を行いました。

ノリ原藻をそのまま冷凍保存することは不可能なので、本研究のなかで、ノリ原藻の冷凍保存方法に取り組みました。

その結果、摘採回数によりノリ原藻の耐凍性には差が生じること、摘採回数が多いノリ原藻の方が、耐凍性が低くかつ低塩分の洗浄水の影響や長期の保存による生残率の低下が顕著であることを示しました。また、冷凍保存前に低塩濃度で洗浄することにより、解凍後の製造工程を低コスト化にすることを可能としました（図1）。

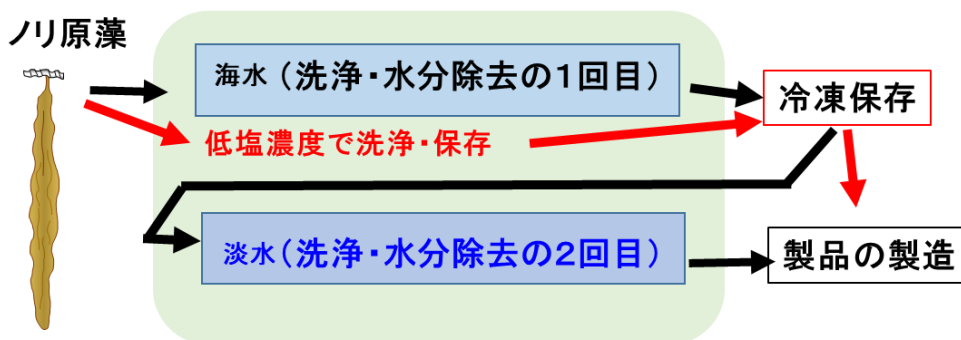


図1 従前は洗浄・水分除去の工程を冷凍前と解凍後で2回行っていた(黒の矢印)が、冷凍前の1回のみ(赤の矢印)に削減に成功。

これらの開発した技術を広く普及するため、以上の成果を「ノリ原藻冷凍保存マニュアル」として取りまとめました。本マニュアルが有効に活用され、地方公共団体やノリ養殖業関係機関、および関係漁業協同組合等の方々が低品質ノリの有効利用に取り組み、全国のノリ養殖業がいっそう進展することを期待しております。

平成 31 年 3 月

研究代表機関 国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所
石田 典子

なお、ノリ原藻は養殖方法、品種、栄養状態、摘採回数などによっても細胞の状態が変化するので、全てを網羅することは容易ではありません。本マニュアルではいくつかの実験条件下での最適な方法を提案することとして、「事例」としてノリ原藻の性状、保存期間及び前処理の方法別にまとめています。ご質問等がございましたら、下記の担当機関までご連絡ください。

千葉県水産総合研究センター

佐賀県有明水産振興センター

佐賀県有明海漁業協同組合鹿島市支所

国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所

目 次

- 1) 保存マニュアルの選択チャート
..... 1
- 2) マニュアルⅠ（健全なノリ原藻を6ヶ月以上冷凍保存する方法）と事例1～3
..... 2～ 6
- 3) マニュアルⅡ（健全なノリ原藻を低コストで加工するための前処理方法）と事例4
..... 7～ 9
- 4) マニュアルⅢ（漁期終盤のノリ原藻を冷凍保存する方法）と事例5
..... 10～12

1) 保存マニュアルの選択チャート

本マニュアルは、ノリミールの原料として使用することを前提に、ノリ細胞の生残率を品質の指標とし、細胞の生残率を高く維持したまま、すなわち品質を保持したままノリ原藻を冷凍保存する方法について記したものである。ノリ原藻は産地や時期、品種等によって物理的な特性や凍結耐性等が大きく変化することから、本マニュアルではノリ原藻の性状、保存期間及び前処理の方法別に事例をまとめている。具体的には、ノリ原藻の冷凍前の水分や塩分を洗浄と乾燥処理によって変化させ、細胞の生残率を様々な条件下で比較した結果を示した。

図 2 にノリ原藻の状態と保存期間に応じた保存マニュアルの選択方法について示した。漁期末期の摘採回数の多いノリ原藻については著しく凍結耐性が低かったため、右側の別枠で記した。当試験に用いたノリ原藻は、千葉県船橋市産と富津市産（以下、船橋産、富津産）および佐賀県鹿島市産（以下、有明産）を用いた。

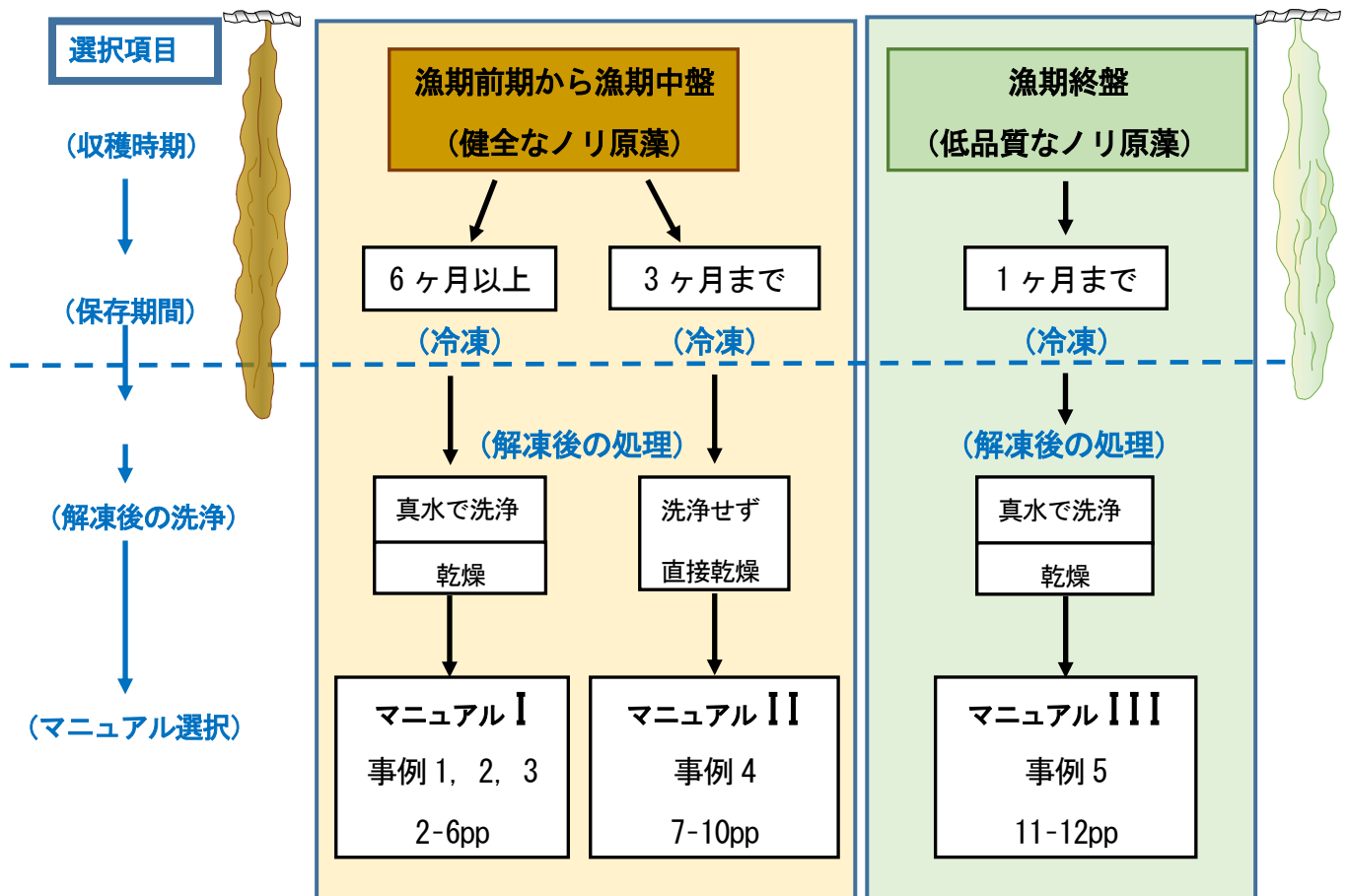


図 2 保存マニュアルの選択チャート

2) マニュアル I. 健全なノリ原藻を 6 ヶ月以上冷凍保存する方法

ノリ原藻を 6 ヶ月以上冷凍保存するためには、冷凍前の原藻の塩分を摘採時と同等のまま保ち、少なくとも水分を 85%前後まで低下させる必要がある（事例 1）。前処理工程においては真水に極力触れないようにし、水分除去（仮しぼり、遠心脱水、ほぐし脱水）と送風・天日乾燥を施してから、冷凍する（マニュアル I、図 3）。マニュアル I ではノリ原藻を 6 ヶ月以上冷凍保存することが可能である。

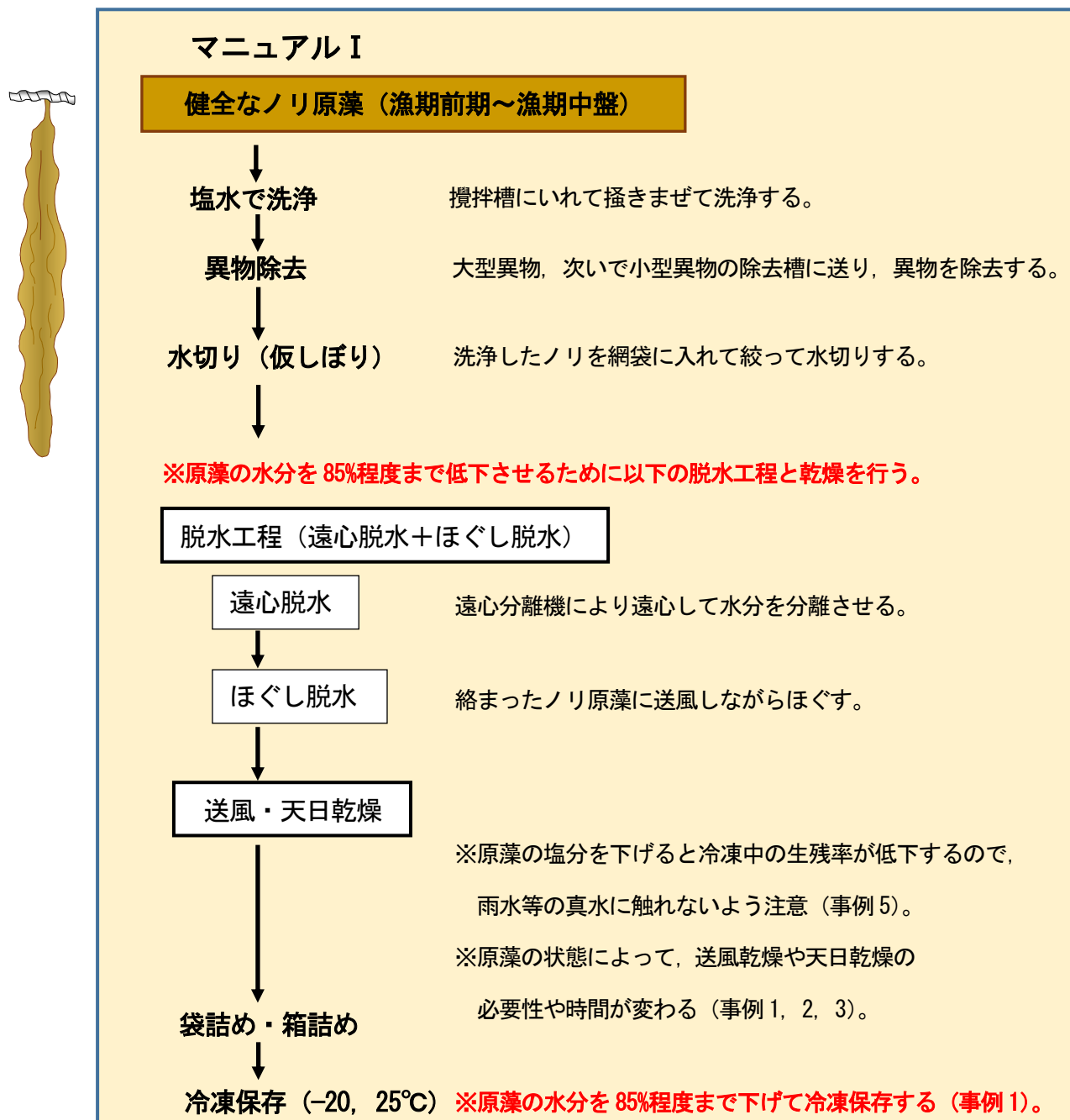


図 3 マニュアル I (健全なノリ原藻を 6 ヶ月以上冷凍保存する方法)

(事例1) 有明産の原藻（漁期前半）をバラ干し海苔に製造する際に、各作業ステップにおける水分を調べた（図4）。また、各ステップで一部を冷凍保存（-25℃）して分析試料とし、冷凍中の細胞の生残率の変化も調べた（図5）。なお、本事例では0日目の細胞の生残率を100%と仮定して実験を行った。

工程の順序	行程の名称	工程の内容
ステップ1		1.8%の塩水を満たした攪拌槽にノリ原藻を収容した
ステップ2	洗浄 異物除去	攪拌槽から原藻を取り出し、塩分1.8%の塩水で洗浄して異物を除去した
ステップ3	仮しぼり	洗浄したノリを網袋に入れて人力で絞って水切りした
ステップ4	遠心1分 または 遠心5分	遠心機で1分間あるいは5分間遠心脱水（1,000 rpm）
ステップ5	ほぐし	ほぐし機にかけ、塊となっているものをほぐした
ステップ6	天日	屋外で1.5時間天日干しした
ステップ7	冷凍保存	コンテナに収容し、-25℃で冷凍保存した

各ステップにおける水分を調べたところ（図4）、人力で絞って水切りした試料「仮しぼり」の水分が94.1%と最も高かった。この試料の細胞の生残率は冷凍保存中に大きく低下し、4ヶ月目以降、生残率はほぼ0となった。仮しぼり後に遠心脱水までステップを進めた場合、生残率の大きな低下はみられなくなった。6ヶ月後まで90%以上の高い生残率を維持していたのは、「遠心5分」、「ほぐし」、「天日」の3試験区で、それぞれの冷凍前の原藻の水分は86.8、87.2、78.4%であった。以上の結果から、有明産ノリ原藻を6ヶ月以上冷凍保存するためには、遠心脱水、天日乾燥等により、水分を85%前後まで低下させた後、冷凍保存する必要があることがわかった。

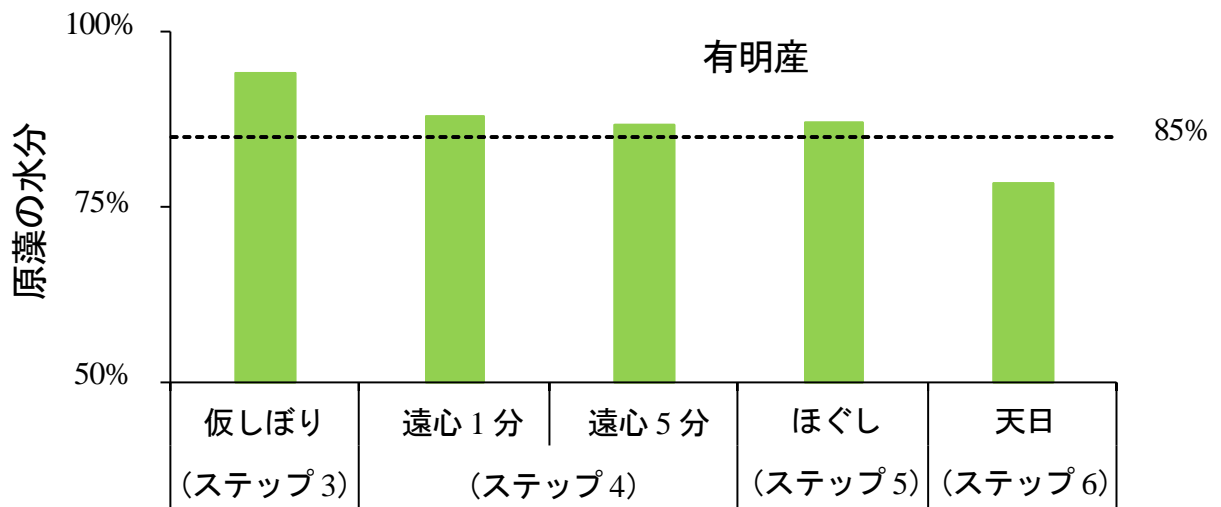


図4 ノリ原藻（有明産）をバラ干し海苔に製造する際の各ステップにおける水分の変化

図のエラーバーは標準偏差を示す。

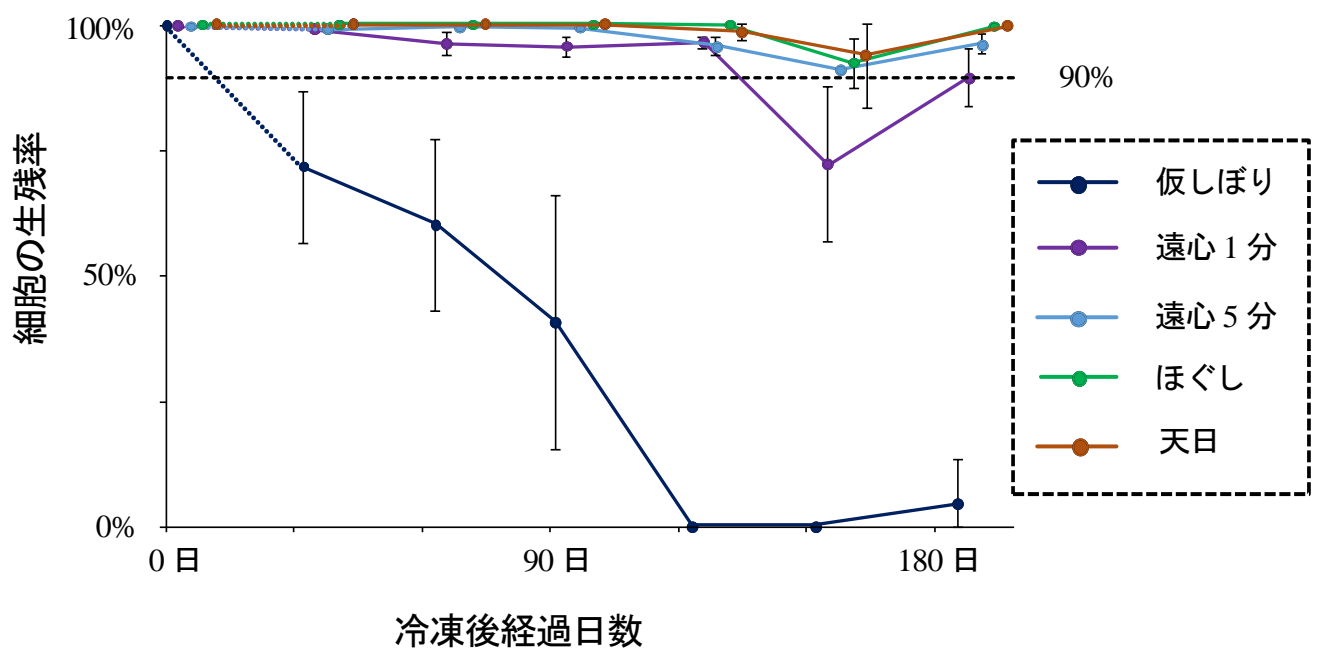


図5 ノリ原藻（有明産）をバラ干し海苔に製造する際の各ステップ後に冷凍した時の生残率の変化

図のエラーバーは標準偏差を示す。0日目の細胞の生残率を100%と仮定した。

(事例 2) ノリ原藻の水分を低下させる工程を簡略化させることを目的として、以下の試験を行った。ノリ原藻は富津産（漁期後半，乾物換算タンパク含量 30.8%）を用いた。原藻を 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）した試料（遠心脱水のみ），原藻を 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）した後に 15 分間送風乾燥した試料（遠心脱水+送風乾燥 15 分）を -20°C で冷凍保存し，経時的に細胞の生残率を調べた。これらの原藻の細胞の生残率は，6 ヶ月後も 90%以上と高い値を維持しており（図 6），遠心脱水のみで 6 ヶ月以上の冷凍保存が可能であった。

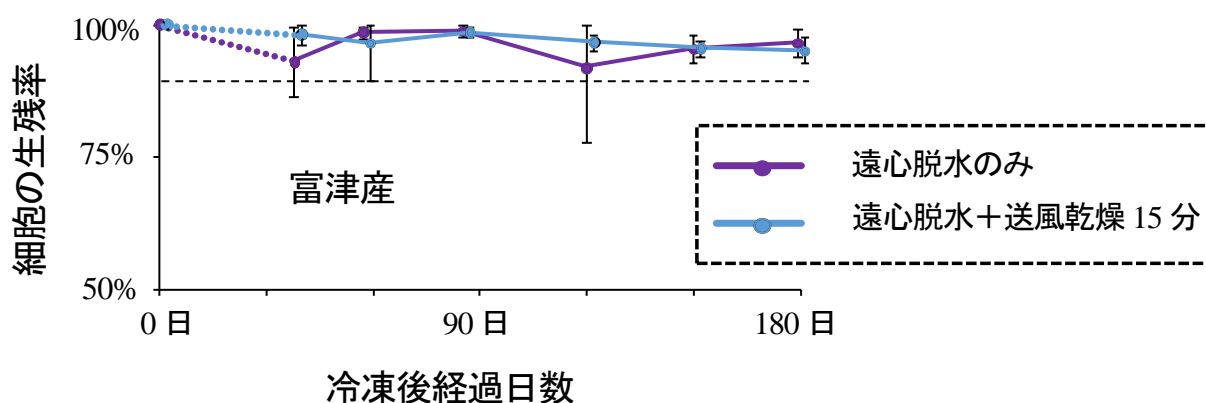


図 6 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）のみの原藻と 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）後に 15 分間送風乾燥した原藻（富津産）の冷凍後の生残率
エラーバーは標準偏差を示す。0 日目の生残率を 100%と仮定した。

(事例3) 送風乾燥時間とノリ原藻の水分、その後冷凍した時の細胞の生残率の変化との関係を明らかにするため、以下の実験を行った。ノリ原藻は、船橋産（漁期後半、乾物換算タンパク含量 36.5%）と有明産（漁期前半）を用いた。各原藻を 10 分間遠心脱水（1,000 rpm, 10 分）した後、15、30、60 分の送風乾燥を行ったところ、どちらの産地の原藻でも、送風乾燥時間の増加とともに、水分は減少した（図 7）。これらの異なる水分の原藻を -20°C で冷凍保存し、経時的に細胞の生残率を調べたところ、全ての試料において細胞の生残率は 6 ヶ月後も 90%以上と高い生残率を維持しており（図 8）、これらの原藻は 6 ヶ月以上冷凍保存できることが分かった。

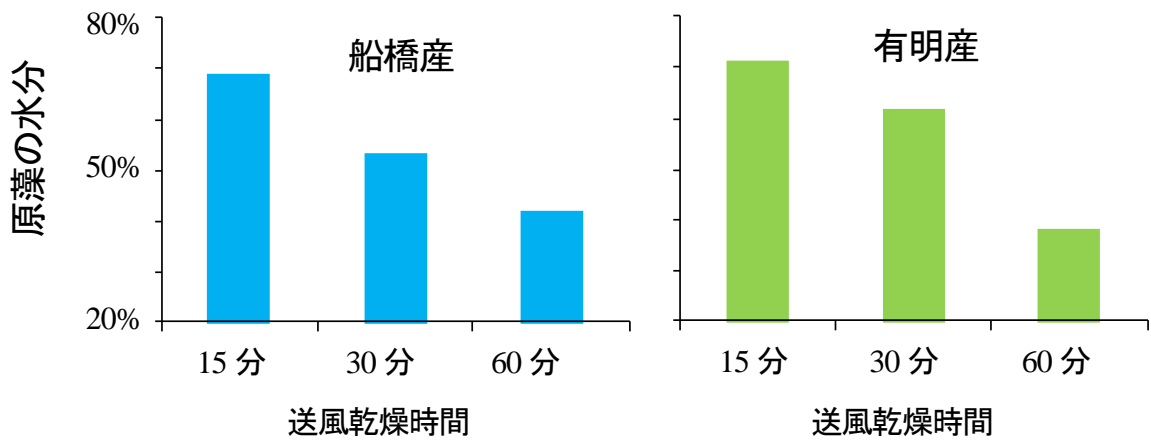


図 7 健全なノリ原藻を 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）した時の送風乾燥時間と水分の関係

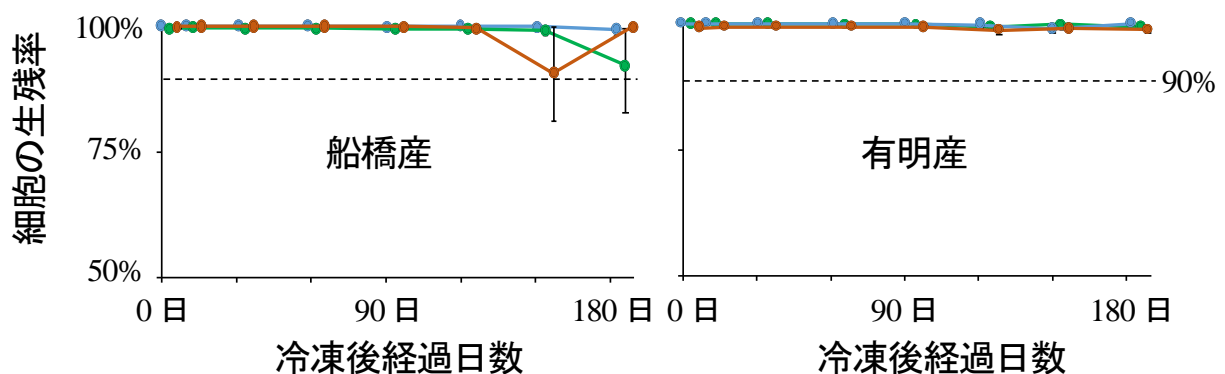


図 8 健全なノリ原藻を 10 分間遠心脱水（1,000 rpm）後に送風乾燥して冷凍した時の冷凍中の細胞の生残率の変化

エラーバーは標準偏差を示す。

3) マニュアルⅡ. 健全なノリ原藻を低コストで加工するための前処理方法

通常、バラ干し海苔に加工する工程では、洗浄・水分除去の工程を2回行う（図1）。この工程は人の手で行われており、人件費等のコストが多くかかる。従って、コスト削減のためには、洗浄・水分除去の工程の回数を減らすことが重要となる。そのためには、冷凍前の前処理の段階で、ノリ原藻の塩分を下げる必要がある。すなわち、多量の真水での洗浄により原藻の塩分を調整し、次いで、水分除去と送風乾燥（天日乾燥）を行って水分を調整してから冷凍保存する（図9. マニュアルⅡ）。マニュアルⅡでは、原藻の品質を3ヶ月間保持できる（図9）。

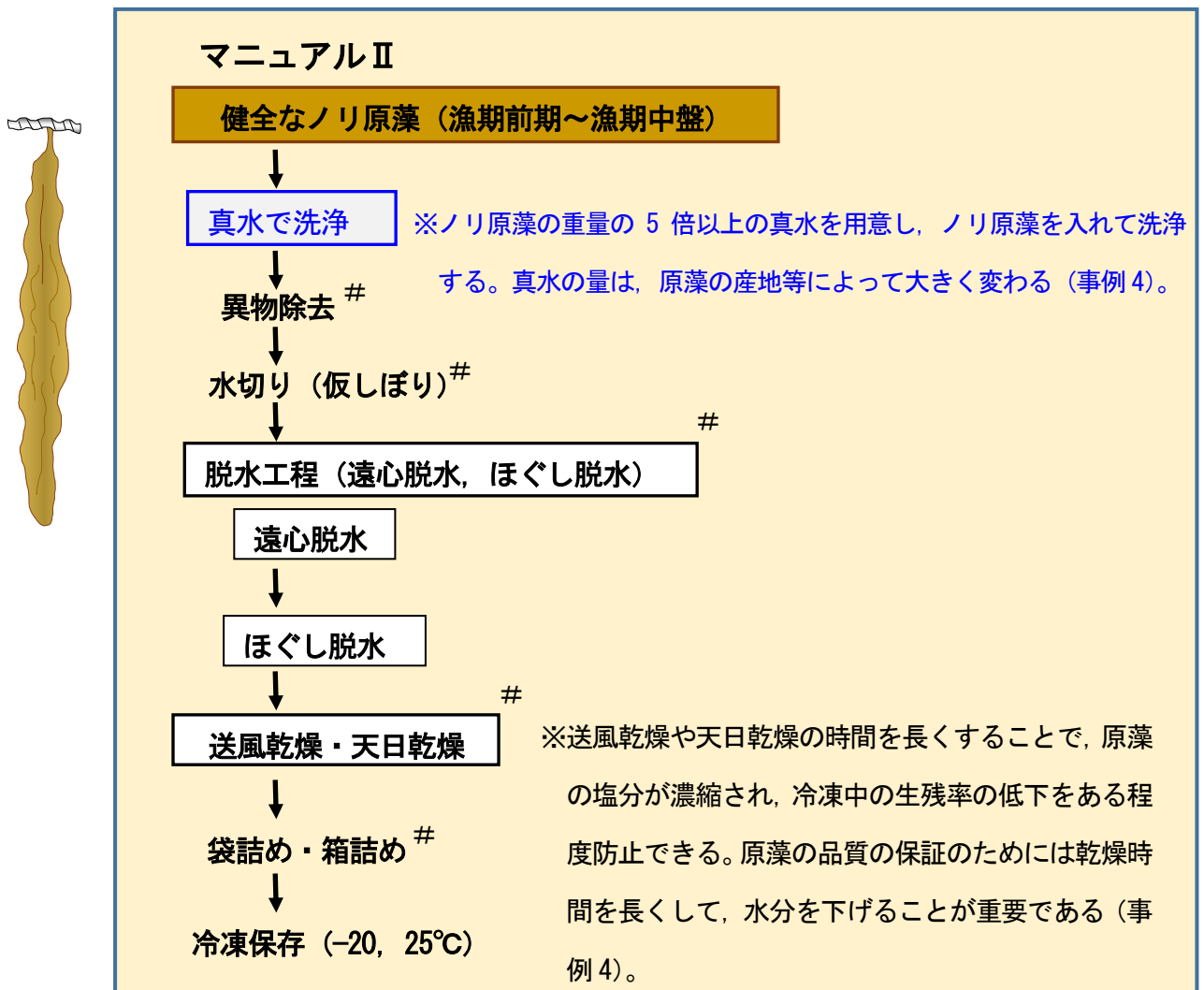


図9 マニュアルⅡ (健全なノリ原藻を低コストで加工するための前処理方法)

3ヶ月間の冷凍保存が可能である。# ; マニュアルⅠと同様

(事例4) 現場での塩分調整の工程を想定し、ノリ原藻の洗浄に用いた真水の量と洗浄後の原藻の塩分の関係を以下で調べた。船橋産のノリ原藻（漁期後半，乾物換算タンパク含量 36.5%），有明産のノリ原藻（漁期前半）をそれぞれ未洗浄の場合，5，20倍量の真水で洗浄した場合の各原藻の乾燥重量当たりの塩分を図10に示す。

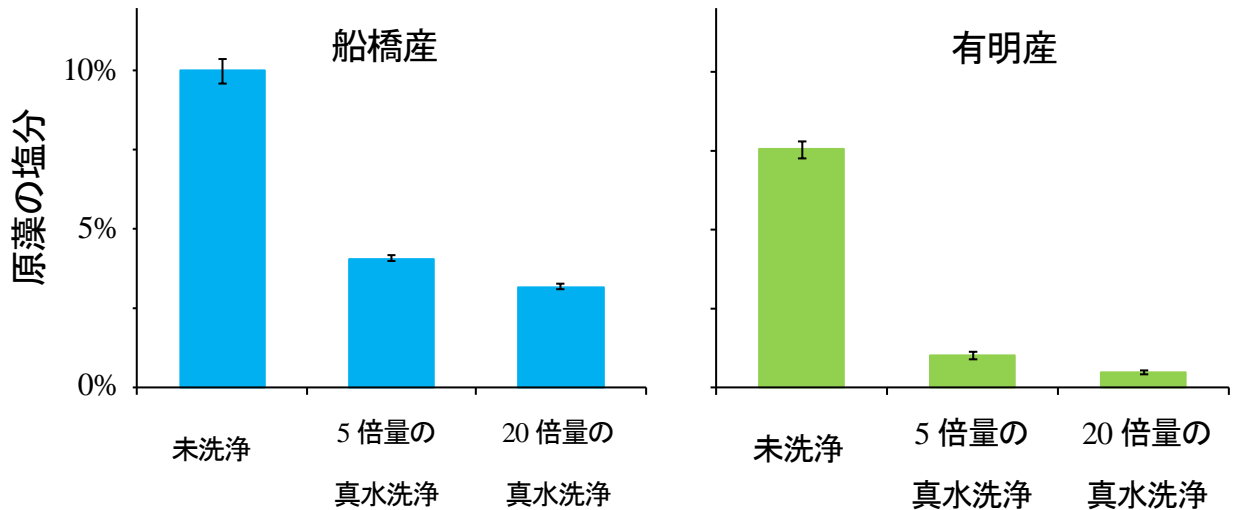


図10 真水洗浄に用いた真水の量とノリ原藻の塩分の関係

ノリ原藻は船橋産（左図）と有明産（右図）を用いた。

エラーバーは標準偏差を示す。

未洗浄のノリ原藻の乾燥重量当たりの塩分は，船橋産では約 10%，有明産では約 8%であった。これらのノリ原藻を，市販の乾海苔製品と同等の塩分（0.5～1.6%）にまで低下させるためには，船橋産で 20 倍量以上，有明産で 5 倍量の真水での洗浄が必要であった。

次いで，各ノリ原藻を真水で洗浄し，送風乾燥（15，30，60 分）を行ってから，冷凍保存（-20℃）した場合の生残率の変化を図 11（船橋産）および図 12（有明産）に示す。両原藻ともに，真水洗浄により塩分が 6%程度低下した場合は，4 ヶ月目以降に細胞の生残率が低下した。送風乾燥を長くした場合，より水分が除去されて塩分が濃縮されるため，塩分の低下による細胞の生存率の低下を抑制することが可能であると考えられた。

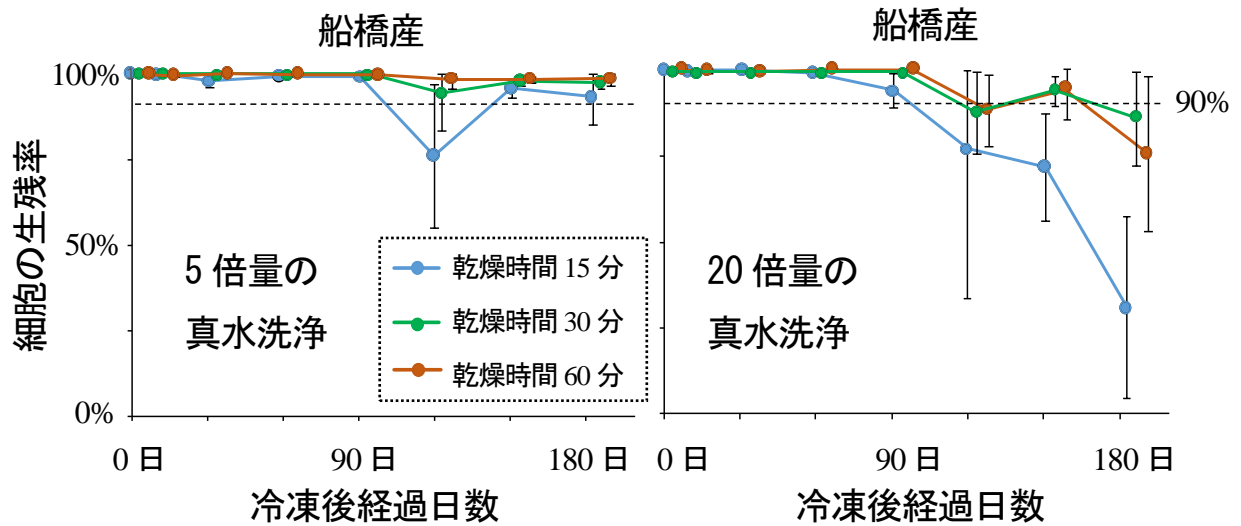


図11 ノリ原藻（船橋産）を真水で洗浄後（5, 20倍量）、10分間遠心脱水（1,000 rpm）、送風乾燥（15, 30, 60分）してから冷凍した時の生残率の変化。

エラーバーは標準偏差を示す。

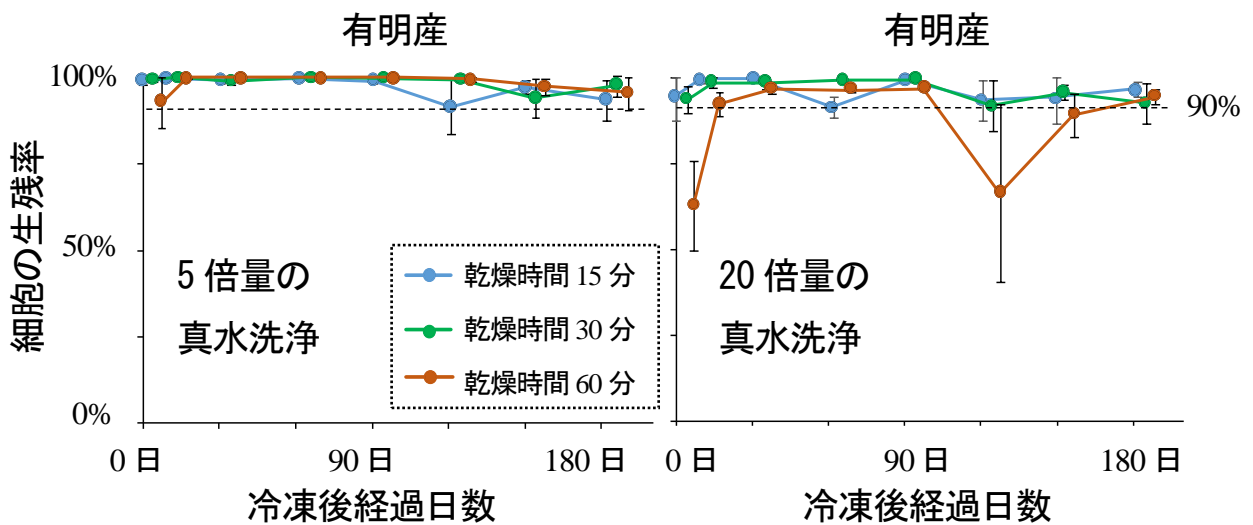


図12 ノリ原藻（有明産）を真水で洗浄後（5, 20倍量）、10分間遠心脱水（1,000 rpm）送風乾燥（15, 30, 60分）してから冷凍した時の生残率の変化。

エラーバーは標準偏差を示す。

4) マニュアルⅢ. 漁期終盤のノリ原藻を冷凍保存する方法

漁期終盤のノリ原藻は、色落ちや病気等により葉体の健全度が低い（生理的活性が低い）。そのため、漁期終盤のノリ原藻は真水に対する抵抗力および耐凍性が特に低く、真水洗浄や長期間の冷凍保存を行った場合、細胞の生残率が低下する。漁期終盤のノリ原藻を冷凍保存する際には、極力、真水に触れないように水分除去（仮しぼり、遠心脱水、ほぐし脱水）を行い、冷凍保存する（図 13. マニュアルⅢ）。マニュアルⅢでは、1ヶ月程度は原藻の品質が保持できる（図 13）。

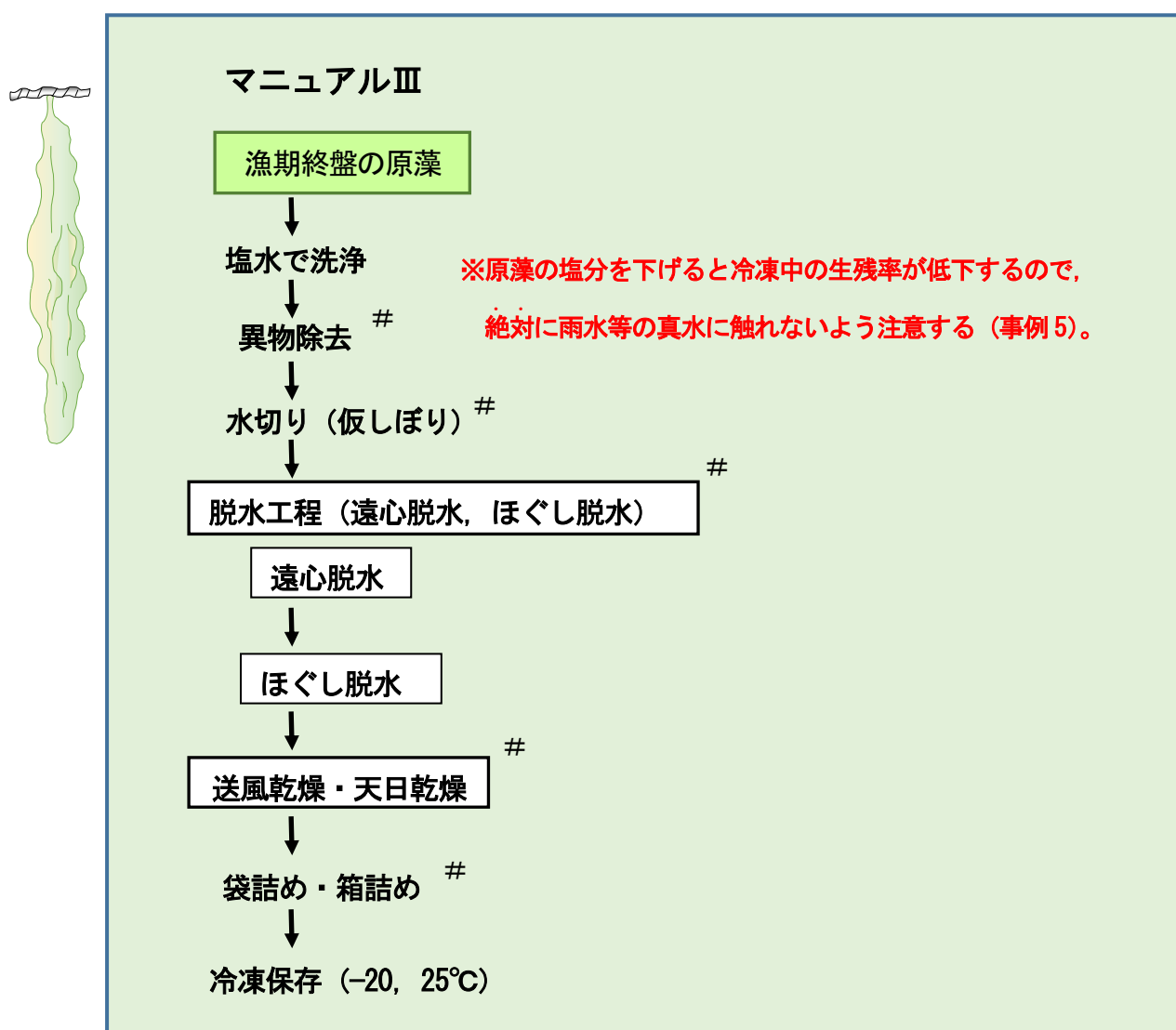


図 13 マニュアルⅢ (漁期終盤のノリ原藻を冷凍保存する方法)

1ヶ月程度の保存が可能である。 #;マニュアルⅠと同様

(事例 5) 前処理における洗浄水の塩分の違いが冷凍中の漁期終盤の原藻に及ぼす影響を調べた。バラ干し海苔を製造する時と同様の前処理を行い、有明産の漁期終盤の原藻を -25°C で冷凍保存した。ステップ2の洗浄の際、異なる塩分の洗浄水(0, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0%)を用い、冷凍保存後の細胞の生残率の変化を比較した(図14)。

工程の順序	行程の名称	工程の内容
ステップ1		2.5%の塩水を満たした攪拌槽にノリ原藻を収容した
ステップ2	洗浄 異物除去	攪拌槽から原藻を取り出し、各濃度の塩水で洗浄して異物を除去した 洗浄水の塩分として、0, 1.0, 1.5, 2.0, 3.0%の5試験区を設定した。
ステップ3	仮しぼり	洗浄したノリを網袋に入れて人力で絞って水切りした
ステップ4	遠心5分	遠心機で5分間遠心脱水(1,000 rpm)した
ステップ5	ほぐし	ほぐし機にかけ、塊となっているものをほぐした
ステップ6	天日	屋外で1.5時間天日干しした
ステップ7	冷凍保存	コンテナに収容し、 -25°C で冷凍保存した

洗浄水の塩分が1.5, 2.0, 3.0%であれば、1ヶ月程度は生残率80%以上を保持することができた。しかし、その後日数の経過とともに細胞の生残率は低下した。洗浄水の塩分が低い場合(0, 1.0%), 1ヶ月後に細胞の生残率は約50%以下まで大きく低下した。事例5の結果、漁期終盤のノリ原藻は低塩分の洗浄水の影響を強く受け、冷凍保存した時の細胞の生残率の低下が著しいことが分かった。従って、漁期終盤のノリ原藻を冷凍保存する場合は、絶対に雨水等の真水に触れないよう注意が必要である。

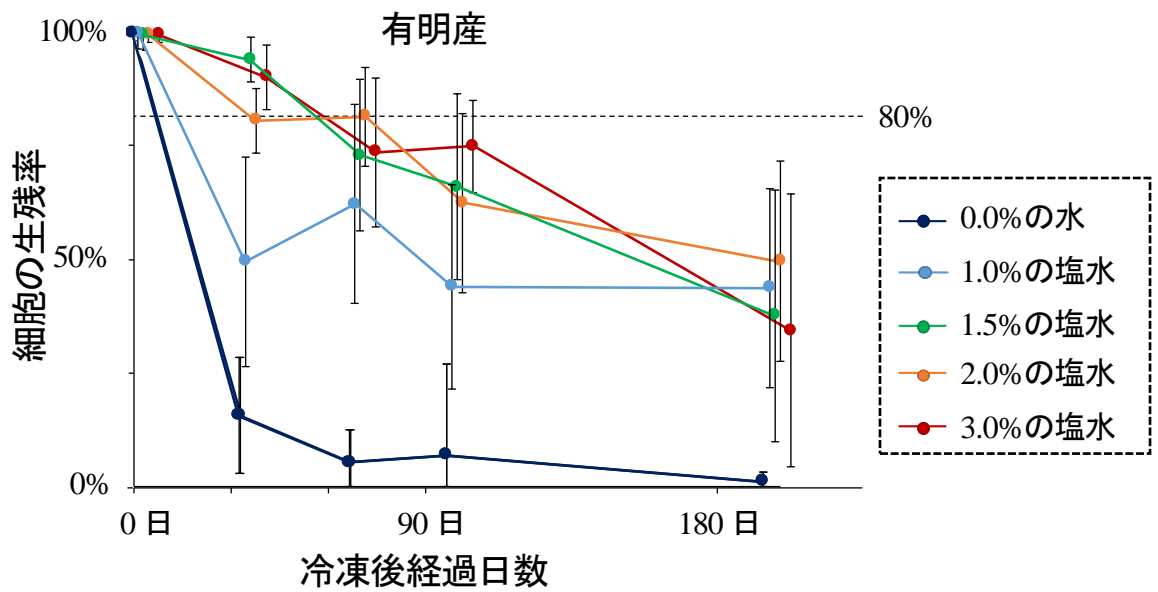


図 14 漁期終盤のノリ原藻（有明産）を異なる塩分の水で洗浄して
 冷凍保存した時の細胞の生残率の変化
 エラーバーは標準偏差を示す。

「ノリ原藻の冷凍保存マニュアル」

発行：平成31年3月

編集責任者：国立研究開発法人水産研究・教育機構 中央水産研究所 石田典子

〒236-8648 横浜市金沢区福浦2-12-4