

湯通し塩蔵ワカメ・コンブの製造・出荷段階に
おけるワレミア (*Wallemia ichthyophaga*)
増殖防止対策マニュアル



令和8年2月5日

岩手県水産技術センター利用加工部

目 次

- 1 はじめに P2
- 2 薄茶色の微生物の種類同定 P3
- 3 ワレミアの増殖が確認された塩蔵海藻の水分・塩分・水分活性 P3
- 4 ワレミアの性状確認試験① P4
- 5 ワレミアの性状確認試験② P4
- 6 ワレミアの性状確認試験③ P5
- 7 令和3年産塩蔵コンブにおけるワレミアの発生と製造・出荷時期の気温 P6
- 8 令和6年産塩蔵ワカメにおけるワレミアの発生と製造・出荷時期の気温 P6
- 9 ワレミアの安全性およびワレミア付着塩蔵海藻製品の販売(関係法令) P7
- 10 塩蔵海藻の製造・出荷段階における生産者のワレミア増殖防止対策 P7
- 11 謝辞 P12
- 12 参考文献および参考資料 P12
- 13 注意事項およびお願い P13

1 はじめに

岩手県内の2漁協から湯通し塩蔵ワカメ・コンブ(以下、塩蔵海藻と記載)の葉体表面に付着した薄茶色のカビ様微生物に関する相談が令和3年度には3件ありました。しかし、報告事例等は見られず、微生物の種類や性状は不明でした(写真1～2)。そこで、利用加工部では東京海洋大学「学術研究院海洋生物資源学部門」の小林武志教授と寺原猛准教授に協力いただき、令和4年度に公益財団法人さんりく基金の助成を受けて共同研究を行いました。

塩蔵海藻を販売する事業者向けの「湯通し塩蔵ワカメ・コンブのワレミア (*Wallemia ichthyophaga*) 増殖防止対策マニュアル」を令和7年3月に公表していましたが、ワレミア対策は塩蔵海藻の製造・出荷段階でも必要であるため、上記マニュアルの見直し(追記・再編集等)を行い、塩蔵海藻を製造する生産者や事業者向けの本マニュアルを作成しました。



写真1 塩蔵コンブに増殖するワレミア (*Wallemia ichthyophaga*)

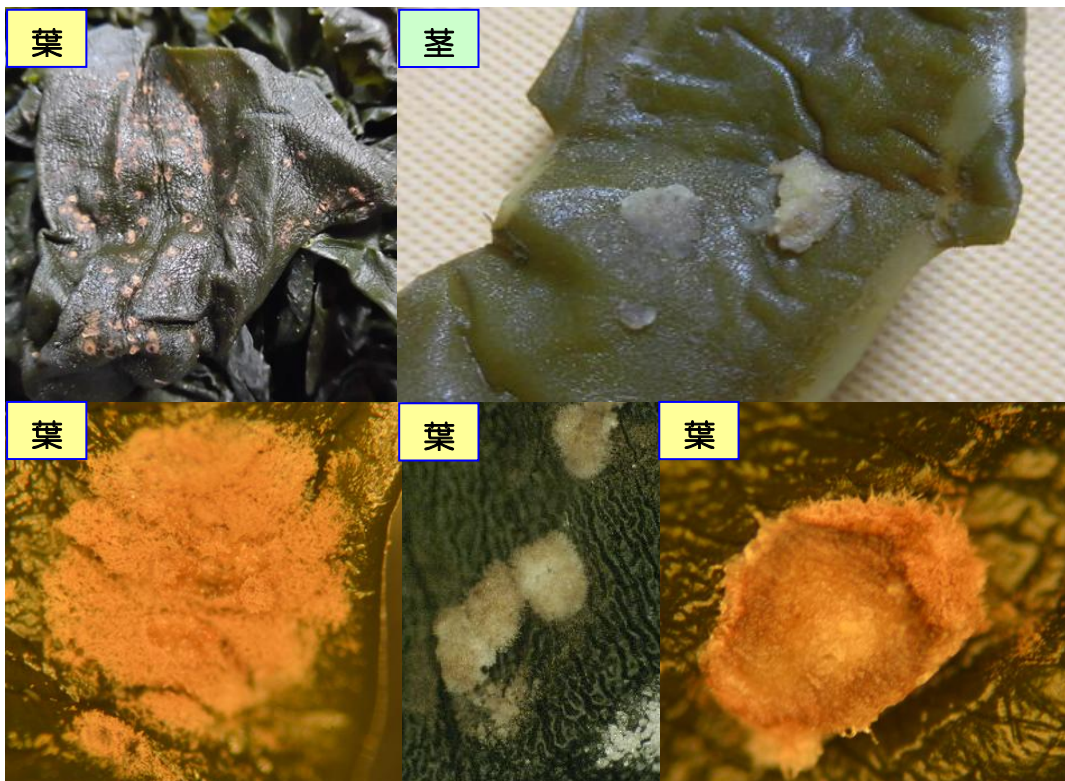


写真2 塩蔵ワカメに増殖するワレミア (*Wallemia ichthyophaga*)

2 薄茶色の微生物の種類の同定※¹

クリーム品(試料A～C)に認められた薄茶色の微生物について、PDA 培地(食塩 20%等を添加したポテトデキストロース寒天培地、写真3)を用いて調製した純粋分離株の 26S/28S rRNA 遺伝子解析を行った結果、本微生物は *Wallemia ichthyophaga* (以下、ワレミアと記載) であると同定されました。^{1～2)} 本ワレミアは、塩蔵魚、塩蔵肉、干しコンブ、海外の塩田等で確認されている好塩・好乾性のカビであり、饅頭、羊かん、ジャム等の糖度の高い食品や塩干魚等に増殖する *Wallemia sebi* (別名:あずき色カビ)とは異なっていました。^{3～5)}

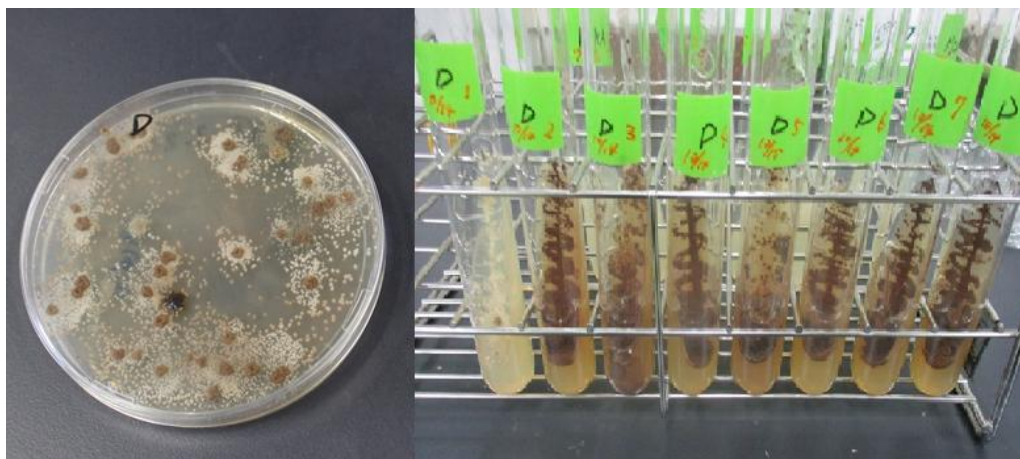


写真3 PDA 培地によるワレミアの培養（平板培地および斜面培地）※¹

※1 データ提供（東京海洋大学）

3 ワレミアの増殖が確認された塩蔵海藻の水分・塩分・水分活性

ワレミアが増殖した塩蔵海藻(表1)の微生物の増殖のしやすさ(=食品の保存性)の指標となる水分活性は、塩蔵ワカメで 0.75～0.77、塩蔵コンブで 0.78～0.79 となり、高塩分(塩分 18～20%程度、水分活性 0.75～0.76 程度)の塩蔵海藻にも増殖することが確認されました(表1)。また、ワレミアは脱水が適正(塩蔵ワカメの葉の水分 60%以下)であつても増殖することが確認されました。^{1～2)} さらに、従来式と攪拌式の両方の塩漬法の製品で増殖が確認されました。

表1 ワレミアの増殖が確認された塩蔵海藻の水分・塩分・水分活性

| 試料 | | 水分 (%) | 塩分 (%) | 水分 活性 |
|----|----------------|-----------|-----------|----------|
| A | 塩蔵コンブ（長切）令和3年産 | 67.30 | 19.62 | 0.784 |
| B | | 65.40 | 18.92 | 0.798 |
| C | 塩蔵ワカメ（芯抜）令和3年産 | 56.65 | 17.79 | 0.756 |
| D | 塩蔵ワカメ（切葉）令和6年産 | 56.89 | 17.81 | 0.760 |
| E | | 55.93 | 16.35 | 0.772 |
| F | | 58.19 | 19.19 | 0.758 |

4 ワレミアの性状確認試験①※¹

ワレミアの純粋分離株を PDA 平板培地に画線(塗布)し、ガスバリア性のあるパウチ用袋と脱酸素剤を使用して、4つの条件(嫌気(4℃、27℃)、好気(4℃、27℃))にて 28 日間培養した結果、好気条件下ではワレミアが増殖(27℃で顕著、4℃で軽微)しましたが、脱酸素剤を入れた嫌気条件下では全く増殖しませんでした(写真4、表2)。^{1~2)}



写真4 PDA 培地によるワレミアの嫌気培養

表2 PDA 培地におけるワレミアの培養 28 日目のコロニーの状況※¹

| | 27℃好気 | 27℃嫌気 | 4℃好気 | 4℃嫌気 |
|------|-------|-------|------|------|
| 試料 A | +++ | × | △ | × |
| 試料 B | +++ | × | △ | × |
| 試料 C | +++ | × | △ | × |

※×印(増殖なし)、△(微量の増殖)、+++ (画線部の全域で増殖)を示す。

5 ワレミアの性状確認試験②

ワレミアが付着していない塩蔵ワカメ(130g、試料G~I)とワレミアが付着した塩蔵コンブの粉碎物(種菌として約 13g)をパウチ用袋に詰めて含気包装し、好気条件下の5~10℃で保管した結果、1.5~5ヶ月間で複数の薄茶色の視認できる微生物が発生し、遺伝子解析によりワレミアと確認されました(表3)。^{1~2)}

表3 種菌入り塩蔵ワカメ(含気包装品)の冷蔵保管中の薄茶色の微生物の発生状況

| 保管期間(月数) | | | | 1.5 | 3 | 5 |
|-------------|---|------|------|---------------------|---|---|
| 試料 | | 保管温度 | 保管条件 | 薄茶色のカビ様微生物の発生状況(袋数) | | |
| 塩蔵ワカメ(種菌入り) | G | 10℃ | 好気 | 1 | 4 | 1 |
| | H | 5℃ | 好気 | | 2 | |
| | I | 5℃ | 好気 | | | 1 |

※ ワレミア様のコロニーが確認された試料(袋数)を示す。

※ 空欄はコロニーが確認されなかったことを示す。

6 ワレミアの性状確認試験③

近年、塩蔵海藻の製造時期の気温が高い傾向にあるため、ワレミアが付着した塩蔵ワカメ（試料D～Eの合計約1kg、写真5）を種菌として、当所で保管していた塩蔵ワカメ（芯抜・芯付混合品約5kg、写真6）に混合し（写真7）、好気条件下の 18℃で保管試験を行いました（写真8）。その結果、10 日間の保管では微生物の増殖を確認できませんでしたが、20 日間ではワレミアと見られる多数の薄茶色の微生物が確認され、活発に増殖している様子が観察されました（表4、写真9）。よって、18℃で保管すると2～3週間でワレミアが急激に増殖する可能性があり、20～30℃保管ではさらにワレミアの増殖は加速するものと考えられました。⁶⁾

本結果により、製造・出荷・入札・搬出・搬入までの間に塩蔵海藻が常温保管される日数が最大で 10～20 日間程度あると推定されるため、ワレミアやその孢子が付着していれば塩蔵海藻の製造から買受人の搬入までの段階でワレミアが増殖する可能性があると考えられました。



写真5 ワレミア付着塩蔵ワカメ（切葉）



写真6 塩蔵ワカメ（芯付・芯抜混合品）



写真7 写真5と写真6の混合品



写真8 恒温機による 18℃保管

表4 種菌入り塩蔵ワカメの 18℃保管中の薄茶色のカビ様微生物の発生状況

| 保管期間（日数） | | | 10 | 20 | 30 |
|-----------------|------|------|-----------------|----|----|
| 試料 | 保管温度 | 保管条件 | 薄茶色のカビ様微生物の発生状況 | | |
| 塩蔵ワカメ （種菌入り） | 18℃ | 好気 | × | △ | ○ |

※ ×印（増殖なし）、△（一部で増殖）、○（全域で増殖）を示す。



写真9 18℃で20～30日間保管した塩蔵ワカメに増殖するワレミアの様子

7 令和3年産塩蔵コンブにおけるワレミアの発生と製造・出荷時期の気温

令和4年度に実施した本調査研究事業では、令和3年産塩蔵コンブ（令和3年6月中旬入札品、生産者1名の出荷した約10箱程度）でもワレミアの発生を確認しており、ロット違いの2検体の分析を行った結果、塩分は18.9～19.6%、水分活性は0.78～0.80であり、令和6年産塩蔵ワカメ（切葉）の水分活性と類似していました（表1）。

本塩蔵コンブの製造された令和3年5月末～6月中旬までの気温を確認（気象庁HP：<https://www.data.jma.go.jp/stats/etrn/>）すると、令和3年5月下旬以降の最低気温は概ね12℃以上、最高気温は5月下旬で概ね18℃以上（6月以降は概ね20℃以上）、平均気温は概ね15℃を超えていました（図1）。塩蔵ワカメの製造時期の気温よりも高いため、塩蔵コンブの製造・出荷段階におけるワレミアの増殖リスクは塩蔵ワカメよりも高いと推察されました。

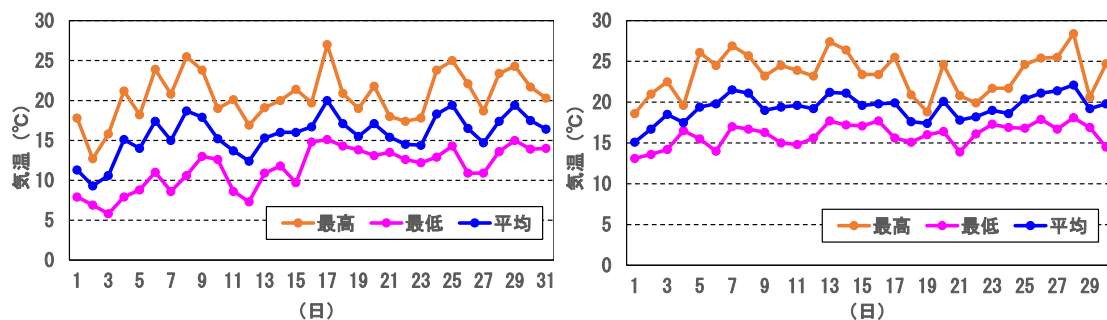


図1 令和3年5月（左）及び6月（右）の沿岸南部（大船渡市）の気温

8 令和6年産塩蔵ワカメにおけるワレミアの発生と製造・出荷時期の気温

岩手県沿岸南部の3名の生産者が製造・出荷した令和6年産湯通し塩蔵ワカメ（切葉、令和6年4月中旬入札品）にワレミアの増殖が約3年ぶりに確認されたことから、これらの塩蔵ワカメの成分分析を行いました。その結果、水分は全て60%未満と脱水は適正であり、岩手県漁業協同組合連合会の出荷基準を満たしていました。塩分は16～19%かつ水分活性は0.75～0.77となり、これらの3成分において適正值が得られ、成分的には保存性は良好な製品であると判断されました（表1）。さらに、塩蔵ワカメの切葉とは、

脱水・芯抜・選別作業等で葉が切れたもの（先枯れ・元葉等を除く）を集めた製品であるため、通常の芯付・芯抜製品よりも常温保管が長くなったことが、ワレミアの増殖原因であると推察されました。令和6年4月の沿岸南部の気温を確認すると（図2）、4月中旬以降の最低気温はほぼ9℃以上、4月の最高気温はほぼ15℃以上（最高気温25℃程度）、4月中旬以降の平均気温は概ね13℃以上であり、ワレミアの増殖に最適な気温でした。ゆえに製造・出荷までに時間を要する塩蔵ワカメ（切葉）のワレミアの増殖リスクは、通常の芯付・芯抜製品よりも高いと推察されました。

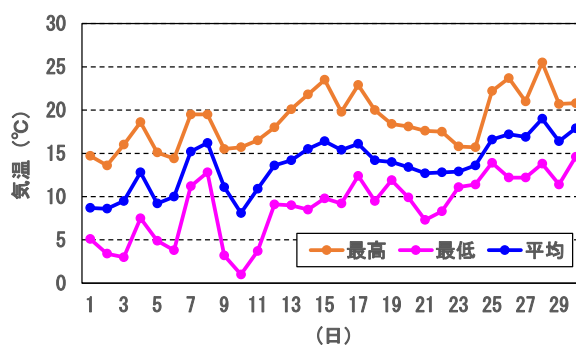


図2 令和6年4月の沿岸南部（大船渡市）の気温

**塩蔵ワカメ(切葉)⇒製造・出荷までの時間が長い
【常温保管】＝ワレミアの増殖リスクが高くなる**

9 ワレミアの安全性およびワレミア付着塩蔵海藻製品の販売（関係法令）

ワレミアの食中毒事例や毒素生成に関する研究知見が認められないため、誤って食べた場合の安全性については証明されていません。よって、食品衛生法第6条の三「病原微生物により汚染され、又はその疑いがあり、人の健康を損なうおそれがあるもの」または同法第6条の四「不潔、異物の混入又は添加その他の事由により、人の健康を損なうおそれがあるもの」等に抵触する可能性があるため、ワレミアの付着した塩蔵海藻は販売できず、製品の自主回収が必要になると考えられます。

**ワレミアが増殖した塩蔵海藻は食品衛生上問題
（食品衛生法第6条の三、四等に抵触する恐れ）**

10 塩蔵海藻の製造・出荷段階における生産者のワレミア増殖防止対策

（1）製造施設・保管場所等の清掃・換気の実施

ワレミアは好塩（塩分を好む）・好乾性（乾燥状態を好む）のカビであり、高塩分（塩分18～20%、水分活性0.75～0.76）の塩蔵海藻にも増殖できるため、脱水を強くして水分を低下させても、あるいは、高塩分にして水分活性を飽和食塩水と同等の0.75に低下させても、塩蔵海藻におけるワレミアの増殖は防止できません。

また、国産干しコンブから分離された *Wallemia ichthyophaga* の菌株も製品評価技術基盤機構（NITE）から販売されており（NBRC No. 111179）、日本国内にも海水・土壌・空気・ハウスダスト中の至る所にカビや胞子の状態で存在している可能性があります。温度、水分、栄養素、酸素、pHなどの条件が適合するとワレミアは増殖するので、建

物内の高温多湿及び結露の防止、栄養となるほこりや汚れ等の除去が有効な増殖防止対策であり、塩蔵海藻の製造施設や保管場所等のこまめな清掃と換気を行う必要があります。また、海藻の塩漬に使用する機器・タンク・用具類の真水洗浄もこまめに行う必要があります。

ワレミア⇒日本の至る所に存在する可能性あり (高塩分の製品でも増殖を防止できない)

(2) 海藻の塩漬で使用する高濃度の食塩水の保管（使用）期限

ワレミアは酸素がない嫌気条件下では増殖することはできず、さらに、ワレミアやその胞子が仮に存在していたとしても増殖速度が非常に遅いという特徴があります

(表2～3)。そのため、従来の振り塩式の塩漬では、海藻への塩分の浸透に伴う脱水作用で塩漬タンク内に生じる飽和濃度に近い浸出液(25～26%程度、写真10)や、「しおまる」を用いた攪拌式塩漬法に使用する約26%の飽和食塩水の中にも、ワレミアやその胞子が存在している可能性があり、増殖速度が遅くても塩蔵海藻の保存性に悪影響を与える可能性があるため、浸出液や飽和食塩水の保管（使用）期限には留意する必要があります。

従来式塩漬法で生じる浸出液の使用期間は通常は1～3日間程度であり、浸出液を塩蔵後の海藻の洗い作業に使用する場合には5～6日間程度は保管されます(写真11)。一方、攪拌式塩漬法(写真12)で使用する飽和食塩水の保管（使用）期間は通常は2～4日間程度ですが、時化等で連続的に塩漬できない場合には5～6日間程度は保管されます。^{7～12)} ワレミアの増殖リスクを考慮すると、高濃度の食塩水の7日間以上の保管は避ける必要があります。



写真10 従来式の海藻の塩漬の様子（左：自家加工、右：自営加工場）



写真11 塩漬後の海藻の洗い作業

写真12 攪拌式の海藻の塩漬の様子

ワレミア⇒海藻塩漬時に生じる(使用する)高濃度の食塩水中にも存在する可能性あり

従来式⇒滲出液の保管(使用)期限
1～3日間程度(通常の塩漬時)
5～6日間程度(洗い作業用に保管する場合)

攪拌式⇒飽和食塩水の保管(使用)期限
2～4日間程度(通常の塩漬時)
5～6日間程度(時化等で連続使用できない場合)

(3) 海藻の塩漬時(従来式)におけるワレミア混入防止対策

ワレミアやその胞子は空気中にも存在している可能性があるため、その対策として、海藻の塩漬時や浸出液の保管時にはタンクの上にシートをかぶせることが有効であり(写真 13)、さらに、塩漬タンク等の真水洗浄を適宜行う必要があります。



写真 13 海藻の塩漬時(従来式)におけるシートの活用事例

(4) 高速攪拌塩漬装置(しおまる)におけるワレミア混入防止対策

ワレミアやその胞子は空気中やしおまるで使用する飽和食塩水中にも存在している可能性があるため、塩漬中や飽和食塩水の保管時には必ずフタ(しおまるの付属品)を付けることが大切です(写真 14)。また、ワレミアやその胞子は飽和食塩水の浮力の影響で表層部に存在している可能性があるため(写真 15)、翌日の朝の攪拌前に表層部の塩水をヒシヤク等ですくって廃棄する必要があります(図 3)。さらに、水槽内の真水洗浄を適宜行う必要があります。



写真 14 飽和食塩水の保管（付属の亚克力製のフタとバネ付クランプ等の使用例）



写真 15 塩漬後の飽和食塩水の表面
の表面の様子



図 3 柄の長いヒシャク（イメージ図）

（５）塩蔵海藻の製造・出荷段階における常温保管日数の短縮化および冷蔵保管の実施

塩蔵海藻の製造・出荷段階に発生したと考えられるワレミアの増殖は、令和３年産塩蔵コンブと令和６年産塩蔵ワカメ（切葉）において気温が高い時期に従来式と攪拌式の両方の塩漬法で発生していることと、 10°C 以下の冷蔵保管試験（表２～３）ではワレミアの増殖はかなり抑制されるため、塩蔵海藻の製造・出荷段階の常温保管日数を可能な限り短縮化することが有効なワレミア対策となります。なお、塩蔵海藻の製造・販売業者等では $-18^{\circ}\text{C}\sim-10^{\circ}\text{C}$ 程度の塩蔵海藻が凍結しない温度帯で冷蔵保管が行われており、この温度帯ではワレミアは増殖できない環境下にあると考えられます。

湯通し塩蔵ワカメ・コンブ
（高塩分なため $-18\sim-15^{\circ}\text{C}$ でも凍結しない）
（ワレミアも増殖できない）

塩蔵海藻の製造・出荷段階では、最高気温が連続的に 10℃を超え、出荷までに 1 週間以上を要する場合には、塩蔵海藻の冷蔵保管（-15℃～7℃程度）が有効なワレミア対策であり、漁業者による自家加工段階でも塩蔵海藻の冷蔵保管の導入が推奨されます。特に、一定量を集めるため出荷までに時間を要する「ワカメの切葉」や 5 月以降に製造される「コンブ」では注意が必要であり、一部だけでも冷蔵保管することでワレミアの増殖リスクを低減することができます。

自家加工段階における冷蔵保管には市販の冷凍庫（300～600L で 6～16 万円程度、写真 16）を用い、弱（1 程度）または -15℃程度に設定して使用します（写真 17）。なお、温度表示の無い冷凍庫では必要に応じて温度計で温度を確認します（塩蔵海藻が凍結した場合など）。

また、箱詰め前の塩蔵海藻は、最短でも 5～7 日間程度は常温保管されているため、箱詰め後の自家加工製品（出荷前）も漁協等の大型冷蔵庫で一時保管（-15℃～7℃程度）することが有効なワレミア対策となります。



写真 16 市販の冷凍庫（約 400L）



写真 17 市販の冷凍庫の温度設定部

（上：ダイヤル式、下：デジタル式）

**気温が連続的に10℃を超える場合
塩蔵海藻の製造・出荷段階でも
冷蔵保管する方が良い
（特に、塩蔵ワカメの切葉、塩蔵コンブ）**

**箱詰め後の塩蔵海藻【出荷前】
（常温保管ではなく漁協の冷蔵庫で保管）**

(6) 塩蔵海藻の入札・買受人の搬入段階における常温保管日数の短縮化および冷蔵保管の実施

令和3年産塩蔵コンブと令和6年産塩蔵ワカメ（切葉）において、塩蔵海藻の出荷から1ヶ月以内あるいは約5ヶ月後に買受人が箱を開封した段階でワレミアの多数の増殖が確認されました。生産者の出荷以降、入札～買受人の冷蔵庫搬入までの間で常温保管が長くなると、箱内でワレミアが急激に増殖するリスクが高くなるので、入札以降の冷蔵輸送や冷蔵保管が有効です。

**気温が連続的に10℃を超える場合
入札～買受人の輸送段階でも
冷蔵保管の方が良い**

11 謝辞

- (1) 本マニュアルを作成するにあたり、塩蔵海藻に増殖するワレミアの種の同定や性状確認は、東京海洋大学学術研究院海洋生物資源学部門の小林武志教授ならびに寺原猛准教授との共同研究により実施されました。終始多大なる御支援、御助言および御指導を賜りましたことに心より感謝の意を表し、ここに厚く御礼申し上げます。
- (2) ワレミアが付着した塩蔵海藻の収集、塩蔵海藻の生産状況等に関する情報収集にご協力いただきました岩手県漁業協同組合連合会ならびに関係漁協の皆様方に、この場を借りて深い感謝の意を表します。
- (3) 本研究には公益財団法人さんりく基金の令和4年度調査研究事業（水産食品に増殖する微生物に関する研究）の支援を受けて実施しました。この場を借りて深い感謝の意を表します。
- (4) 本研究を行うにあたり、有益なご指導・助言等を賜りました岩手県水産技術センター所長並びに職員の皆様方にこの場を借りて深い感謝の意を表します。

12 参考文献および参考資料

- 1) 小野寺宗伸. ワカメの品質に関する研究. 岩手県水産技術センター令和5年度年報. 2023;122-129. https://www2.suigi.pref.iwate.jp/download/dl_works
- 2) 小野寺宗伸. 水産食品に増殖する微生物に関する研究. 三陸総合研究. 2023;48:41-48. <https://sanriku-fund.jp/jyosei/kakonojyoseiitiran/>
- 3) 食品衛生の窓（ワレミア）. 東京都保健医療局. <https://www.hokeniryol.metro.tokyo.lg.jp>
- 4) 小野寺宗伸. 湯通し塩蔵ワカメ・コンブに増殖するワレミア属のカビについて. 水産研究開発成果情報 (2024). <https://fra-seika.fra.go.jp/~dbmgr/cgi-bin/search/index.cgi>
- 5) Janja Zajc, Nina Gunde-Cimerman. (2018). The Genus *Wallemia* From Contamination of Food to Health Threat, *Microorganisms*, 2018 ; 6(2):46.

- 6) 小野寺宗仲. ワカメの品質に関する研究. 岩手県水産技術センター令和6年度年報. 2024:126-130. https://www2.suigi.pref.iwate.jp/download/dl_works
- 7) 小野寺宗仲, 吉江由美子, 鈴木健. 湯通し塩蔵ワカメおよびコンブの高速塩漬方法の開発. 日本水産学会誌. 2008 ; 74(5):671-677.
- 8) 小野寺宗仲. 湯通しワカメおよびコンブの迅速塩漬技術の開発. 農林水産技術研究ジャーナル. 2012 ; 35(5):5-9.
- 9) 小野寺宗仲, 石村眞一. 海藻の迅速塩漬方法および該塩漬方法により製造した塩蔵海藻 (特許第 4457355 号). 特許公報. 2010: 1-11.
- 10) 小野寺宗仲. ワカメ高速塩漬装置操作マニュアル. 2009:1-34.
<https://ishimurakogyo.co.jp/products/shiomaru/>
- 11) 小野寺宗仲. ワカメ高速攪拌塩漬装置 (しおまる) の推奨使用条件. 2016:1-2.
https://www2.suigi.pref.iwate.jp/download/dl_works
- 12) 小野寺宗仲. 海藻の高速攪拌塩漬方法の開発および生産現場における定着化. 水産研究開発成果情報 (2022).
<https://fra-seika.fra.go.jp/~dbmgr/cgi-bin/search/index.cgi>

13 注意事項およびお願い

- (1) 本マニュアルを引用または転載する場合は、必ず出所を明記して下さい。
- (2) 本マニュアルを参考にしてワレミア対策を実施した場合には、県内外の事業者様に
関係なく、ご一報をいただけますと幸いです。

| |
|---|
| <p>【担当者】利用加工部 上席専門研究員 小野寺宗仲 TEL:0193-26-7916 FAX:0193-26-7920 E-mail:mm-onodera@pref.iwate.jp</p> |
|---|