

研 究 分 野	5 県産水産物の品質優位性の証明等 による市場流通の支援	部 名	利用加工部
研 究 課 題 名	(2) 震災後ワカメの加工特性と製品品質調査 ③ ワカメ湯通し後の異なる塩漬処理方法の特性に関する検証		
予 算 区 分	県単 (利用試験費)		
試験研究実施年度・研究期間	平成 23～25 年度		
担 当	(主) 及川 和志 (副) 藤嶋 敦、菊池 達也		
協 力 ・ 分 担 関 係	全国漁業協同組合連合会東北事業所、岩手県漁業協同組合連合会 各地漁業協同組合、岩手県水産技術センター 企画指導部・増養殖部		

<目的>

養殖ワカメ生産の湯通し塩蔵加工については、従前より県漁連による製造要領での明示ほか、加工研修等における調査研究成果の提示等によって周知されてきたが、震災後は、加工環境の変化に応じた加工条件の管理指導が十分に行えていない状況があり、加工条件に起因する製品出荷後の品質変化（保存性に起因するクレーム）の増加が懸念される。そこで、従前から実施しているワカメの素材特性に関する調査に加え、適切な加工条件の抽出に係る調査研究をあらためて実施し、県漁連・各地漁協による品質管理指導に資する技術的知見を得ることを目的とする。

本課題では、品質保持に影響が大きい塩漬工程の処理条件等に関する知見を整理することを目的として、従来法（塩絡め塩蔵）と高速法（塩漬装置による塩蔵）の塩漬け特性について検証を行い、また、飽和塩水型塩漬装置を使用する生産者において散見される塩甘製品の発生原因について明確にするため、装置付属のマニュアル条件下での複数回・連続使用に伴う品質（塩漬け状態）の推移についての知見を得たので報告する。

<試験研究方法>

(2)-3. ワカメ湯通し後の異なる塩漬処理方法の特性に関する検証

(2)-3-a. 従来法の塩絡め浸漬によるワカメ塩漬け法の特性

湯通し塩蔵ワカメの加工は、従来からの塩漬け方法として、ドラム型ミキサー（写真1）に湯通し冷却後のワカメ藻体とその重量比35～40%の並塩（もしくは天日塩）を投入した後、数分間（5分以上）ドラムの回転による塩の擦り込みを行い、その後、別に用意された浸漬用タンクに複数回分が合わせて投入される事で、最終的には約1tごとに1昼夜16時間以上の塩漬けを行う手順が一般的である（漁連による加工要領と同じ）。

検討では、タンク浸漬経過中（0～24hr）のワカメ藻体への塩分の浸透度を確認するため、継時的に塩漬け中のワカメ藻体をサンプリングし、藻体100gあたりの水分量と塩分量を定量し、塩水量（水分と塩分の合計）およびサンプル中の水分に対する塩分の飽和度として対水塩濃度（%）を算出した（n=3で実施）。

なお、藻体表面への塩結晶の付着による成分定量への影響を除くため、成分分析に用いた試料は飽和塩水（塩濃度26%の塩水）で表面を洗った後、直ちにペーパータオルで付着水を除き、試料とした。

(2)-3-b. 省力化機器として普及される飽和塩水攪拌型装置によるワカメ塩漬け法の特性

近年、当センターの研究により、従来法の塩絡め浸漬法に変わるワカメ加工省力化機器として飽和攪拌型塩漬装置（一般呼称名：高速塩漬装置、写真2）が開発され、普及が進んできている所であるが、震災以降は津波によって流出や故障した従来機材からの切り替えもあり、本県のワカメ湯通し塩蔵加工者の半数を超える割合まで急速に普及が進んできている。その一方、ワカメ塩蔵の基本原理解や装置の使用条件に関する研究・理解の不足、不適切な使用条件での作業などを背景に、本来の性能が発揮されずに多数の製品に塩漬け不良が生じた事例が確認されるなど、適切な使用条件の確立と情報周知については対応が必要な状況である（平成24年度年報に調査の一部を掲載済み）。

検討では、装置開発者によって作成された装置添付の使用マニュアルに従って実施し、装置タンクの水量（海水）1tに対して並塩25kg容を16袋投入して調製した飽和塩水に、湯通し冷却後のワカメ藻体を青網袋に20kg

単位で充填後、計 400kg を装置に投入して、処理開始から 75 分まで攪拌・浸漬を行った。途中経過でのワカメ藻体への塩の浸透度を把握するため、塩絡め方法に対する検討と同様に、一定の時間ごとに塩漬け中のワカメ藻体をサンプリングし、成分の定量、および、対水塩濃度 (%) を算出した。

(2)-3-c. 飽和塩水攪拌装置を使用した製品での塩漬不良の発生に関する検証

震災から 1 年後に再開された本県産養殖ワカメの湯通し塩蔵加工品については、全漁連共販入札会へ出荷された製品を対象として、品質状況のサンプリング調査（平成 24 年度調査研究で実施・年報に概要記載済み、平成 25 年度は県漁連の独自調査として分析を支援）を実施したところであるが、飽和塩水型攪拌装置を使用する生産者の製品に高率で塩不足（塩甘）の製品が確認されている。

考えられる原因は複数あり、装置処理での必要量に対する塩の投入量不足、装置攪拌処理時の回転数や処理時間の不足、充填用網袋へのワカメ充填量の過剰など、装置マニュアルに示されている処理条件からの逸脱が強く疑われたが、装置使用上の管理点である装置塩水の濃度は作業開始の都度、確認しても常に飽和状態の 26.3%付近であるとの指摘、また、一連の装置処理が終了した際の水抜き時に装置タンクの底部には塩の結晶が残っているのも確認している、などの話があり、複数の装置使用者からの聞き取り情報のみでは原因を追究し、効果的な対策を講じるのは非常に困難であると思われた。

しかしながら、装置の使用状況を調査する過程で、①装置使用者はマニュアルに記載の処理時間の中でもなるべく短い時間設定を好んでいること、②従来の塩絡め法に比べて装置処理に必要な塩量は、準備段階に調製する塩水の分、過剰（高コスト）に塩を使用していると感じていること、③その一方、マニュアルに示されているワカメ藻体の投入量に合わせて別途投入する追加塩の分量は、それ自体ではワカメの完全な塩漬けには不十分な設計であることについては認識が全くされていないこと、④さらに、装置の繰り返し使用時には飽和塩水内に残存する塩結晶の残量が重要であるが、その確認方法は塩の結晶が手に当たれば良いとする程度の曖昧なものであること、⑤加えて、新たに普及されている目明きの広い大型網袋（塩結晶が容易に通る網目）の使用時には、処理後の藻体に塩の結晶が付着するため、装置塩水に塩の結晶が残らない状態まで加塩量を減らす変更が望まれており、また、藻体への塩結晶の付着によって塩漬けが完全に達成されたとの誤解が助長されている、など、問題解決の鍵になると思われる複数の情報が得られた。

そこで、上記の情報に基づいて、飽和塩水型塩漬装置で多発している塩漬不良の発生原因を「連続使用下（装置準備後、数日間、複数回のバッチ処理を繰り返す塩漬作業）における追加投入塩の不足」によるものと仮定し、県内で飽和塩水型装置を使用して湯通し塩蔵ワカメを加工している漁業者のご協力により、実際の作業現場からのサンプリング調査による検証を実施した。

サンプリングは、平成 24 年 3 月下旬、マニュアルに示された作業条件によって連続 3 日間（計 14 バッチ）のバッチ処理の都度、塩漬したワカメ藻体を採取（n=3）し、成分（水分、塩分）の定量と水分活性の測定、および、対水塩濃度 (%) の算出を行った。

この際の装置使用条件は、飽和塩水の調製用海水 1t、塩水調整用並塩 400kg（25kg×16 袋）、攪拌モーター・インバーター設定 29Hz、ワカメ投入量 500kg（1 袋あたり藻体 25kg 計量詰め×20 袋）、ワカメ藻体 100kg に対する追加塩の投入量は 25kg（1 バッチあたり 125kg（並塩 5 袋））であり、装置導入時のマニュアル記載条件に従って作業が進められた。なお、装置処理のバッチ回数が増すにつれ、装置内塩水に残る塩結晶が少なくなるが、従前の指導の通り、処理開始前の装置タンク塩水に塩結晶が確認できない場合に、さらに並塩を 25kg（1 袋）加えた後、塩水濃度が飽和であることを塩分計で確認した後に、塩漬作業を再開することとした。

<結果の概要・要約>

(2)-3-a. 従来法の塩絡め浸漬によるワカメ塩漬け法の特徴

一般に、刈取り後の生ワカメは、湯通し処理により色揚げ（葉緑素のクロロフィルの遊離による色調の褐色から濃緑色への変化）が施されたワカメ原藻は、冷海水で直ちに冷却された後、数時間以内には加塩処理を行われ、翌日には一定期間の流通に耐え得る保存性（濃緑色の色調の維持、微生物に因る腐敗の防止）が付与さ

れた“半製品”として出荷される。塩漬けは、微生物に因る腐敗の防止が主な目的ではあるが、長期間に渡る冷蔵（冷凍）保蔵下での色調の維持・安定化にも寄与しており、品質の維持においては重要な管理点である。

塩絡め方式での塩漬けでは、品質保持の観点から、岩手県漁連による製造要領（指針）においても藻体重量の4割に相当する加塩の下、浸漬時間を16時間以上とすることが示されており、漁協・行政ともに、同一の条件で漁業者への加工指導を行ってきている。

今回、塩絡め法での加塩浸漬後のワカメ藻体（の水分への）塩分の浸透を、基本的な加工条件下の下、継時的なサンプリングによる成分分析を行って確認したが（図1）、対水塩濃度のグラフが示す通り、浸漬開始から約10時間で藻体中に生じた塩水の濃度が飽和の26%に達していることから、浸漬時間16hr以上とする指導はその他の変動要因を加味しても妥当であると考えられる。

(2)-3-b. 省力化機器として普及される飽和塩水攪拌型装置によるワカメ塩漬け法の特徴

飽和塩水攪拌型塩漬装置については装置の研究開発時にワカメおよびコンブに対する塩漬けの特性に関する一定の検討がなされ、その結果を基にしたマニュアルが配布されてきたが、藻体中の塩水濃度（の飽和度）に着目した塩漬けの継時的推移に関する知見が不足しており、基本的なマニュアル条件に従ったワカメ塩漬け処理の下、あらためて継時的なサンプリングによる成分分析を行ってその特性を確認した（図2）。

飽和塩水攪拌型装置を使用した塩漬け処理は、約1時間の処理内でワカメ藻体への塩漬けを完了させられることが特徴とされているが、図2のグラフ（図2右）が示す通り、藻体100gあたりの水分量、塩分量は処理時間30分以降にはほぼ一定となる。一見すると、マニュアルに示された標準的な処理時間45分（条件によっては60分間まで延長）は妥当な設定とも捉えられるが、新たに判断指標に加えた対水塩濃度（藻体中の塩水の濃度、最大濃度は飽和塩水に等しい26.3%）に着目すると、処理時間45分では対水塩濃度は25%を下回っており、処理60分～75分で25%程度となることから、マニュアルに示された標準的な処理時間45分では装置による塩漬け処理で藻体中に生成した塩水は完全な飽和状態には至っていないと考えられた。

従来型塩絡め法での塩漬けでは一昼夜の浸漬で藻体中の塩水濃度が26%に達することを確認できており（図1）、ワカメ藻体に生じる塩水の最大濃度は飽和濃度に等しいと断定できるが、短時間の処理を特徴とする飽和塩水型攪拌装置では藻体への塩分浸透に若干の余地が残り、この点が、従来型塩絡め法と塩漬装置法で製造された製品の品質の差異につながっていると思われる。

ただし、飽和塩水攪拌型装置で加工される塩蔵ワカメにおいても、その対水塩濃度が25%以上を達成できていけば十分な塩漬け状態と判断できるため、今後の装置使用では時間設定を最低60分として塩漬け作業を行うことで、良質な製品を製造するとの目的は達成できるものと考えられる。

よって、以降の加工指導および装置使用マニュアルに関する見直しに於いては、装置処理の時間については60分を標準とし、必要に応じて10分程度の時間延長を推奨するのが望ましい。

(2)-3-c. 飽和塩水攪拌装置を使用した製品での塩漬不良の発生に関する検証

昨年度実施および平成25年度も引き続き調査を実施している県漁連共販入札会出荷製品に対するサンプル調査では、対水塩濃度が24%を下回る塩の甘い製品が認められており、対策が必要となっている。

飽和塩水型攪拌装置法では、飽和濃度よりも若干薄いものの、現状のマニュアル条件下でも製品の対水塩濃度は約25%になることから、飽和塩水攪拌装置を用いた製品の塩不足についても、何らかの作業要因によってワカメに対して必要な加塩量が不足しているために生じていると推測される。

そこで、実際の加工における使用実態である複数回のバッチ処理単位でのサンプリング調査による検証を実施した結果、マニュアルに従った作業を行っていても、複数回のバッチ処理を行う環境下では製品の塩漬け状態が甘くなる場合がある事が確認された（図3）。

検証の際は、湯通し冷却後されたワカメ藻体の重量を計測し、装置準備段階で調製された飽和塩水（海水1t＋並塩400kg）とは別に、1バッチ500kgのワカメ処理量あたり並塩100kgが加えられており、マニュアルに従った作業を行っているが、装置タンク内の攪拌浸漬用飽和塩水については再調製せずに使用し、その塩水の濃度が飽和を下回った（あるいは残存する塩結晶が無くなった）バッチ処理の開始時点で、追加の塩として1

回あたり 25kg 程度の並塩が別に加えられている。(今回実施した計 14 バッチの連続処理中には、第 10 回および第 13 回のバッチ処理前に追加塩が加えられている。)

図 3 に示した連続処理過程での藻体の塩漬け状態を表すデータ(藻体水分と塩分の分析に基づく対水食塩濃度%)から、装置での塩漬け処理が作業 2 日目の、第 6 回バッチ以降より藻体の対水塩濃度が 24%から下回るように薄くなり、第 9 回目バッチでは 23%まで大幅に低下している。これは、塩水の飽和濃度 26%を完全な塩漬け状態とした場合の約 87%の塩漬け状態であり、製品出荷後の保存性にも影響が生じ得る状態である。

また、装置タンク塩水の飽和塩水濃度を保つために並塩が追加投入された第 10 回、および、第 13 回バッチの以降においても、処理後のワカメ藻体の対水塩濃度は低いままであり、一旦、装置内の塩量に不足が生じた場合には、25kg 程度の追加塩のみでは不足であることも示唆される。

装置タンクの飽和塩水については複数回のバッチ処理で使い回す事が一般的であり、装置タンクの塩水調製にかかるコストの面からも、最大 3 日目までとして加工指導上も許容されていたものであるが、連続したバッチ処置の過程で生じ得る製品の塩漬け不良の可能性については十分な検討がなされておらず、マニュアルの内容にも連続使用に関する配慮が不足していたものと考えられる。

考えられる原因としては、①現状の装置マニュアルに示されるワカメ藻体 100kg に対する投入塩 25kg の割合では装置タンク塩水の連続使用時(特に 2 日目以降)に徐々に塩が不足する、②装置の管理手法としている装置タンク塩水の濃度測定(および目視等によるタンク内の塩結晶の確認)のみでは、実際のワカメ藻体の塩漬け状態を担保・確認できていない、③さらに、装置塩水が薄くなった際に追加する塩の投入量もワカメ藻体の塩漬けを達成するほど十分ではない、などが挙げられ、この点を考慮に入れたマニュアルの修正が必要であると考えられた。

<今後の問題点>

上記の検証により、飽和塩水攪拌型装置でのワカメ塩漬け特性が明らかになり、添付のマニュアルに準拠した処置条件で塩漬けを行っていれば、製品の対水塩濃度(塩漬け品質)は 25%程度になるものと考えられていたが、装置の連続使用環境下では、対水塩濃度が 24%を下回る可能性があるため、早急にマニュアルの修正を行う必要がある。

また、飽和塩水型塩漬け装置の使用方法については、その原理を含め、生産者サイドの理解度を高める必要があるため、情報周知や現地加工指導等については継続して実施する必要がある。

<次年度の具体的計画>

飽和塩水攪拌型装置の使用に関しては、別途、マニュアルの修正等を進めているところであり、修正版のマニュアル条件に基づいた加工方法の周知、講習を、県漁連、各地漁協との連携の下、ワカメ刈取り時期に実施する。

<結果の発表・活用状況等>

調査結果は、岩手漁連に対して報告の後、平成 25 年産漁期(平成 25 年 3 月～)に先立って実施された各種研修会における講演課題内で提示し、ワカメ養殖生産者、県漁連嘱託検査員、漁協・漁連職員等に周知済み。

加えて、岩手漁連広報誌「ぎょれん 2 月号」の水産技術センター報告において調査結果を掲載済み。



写真1 従来法に用いられる塩漬け用ミキサー

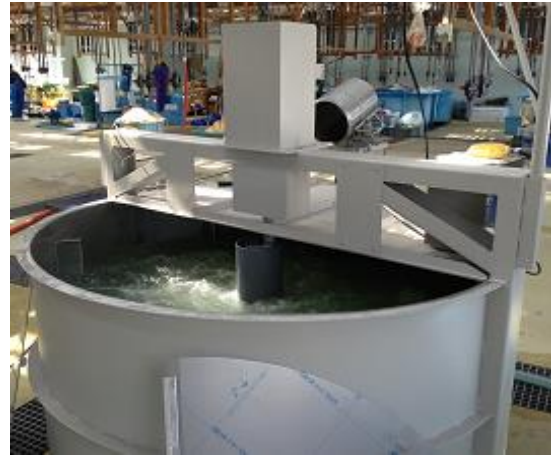


写真2 飽和塩水攪拌型塩漬装置

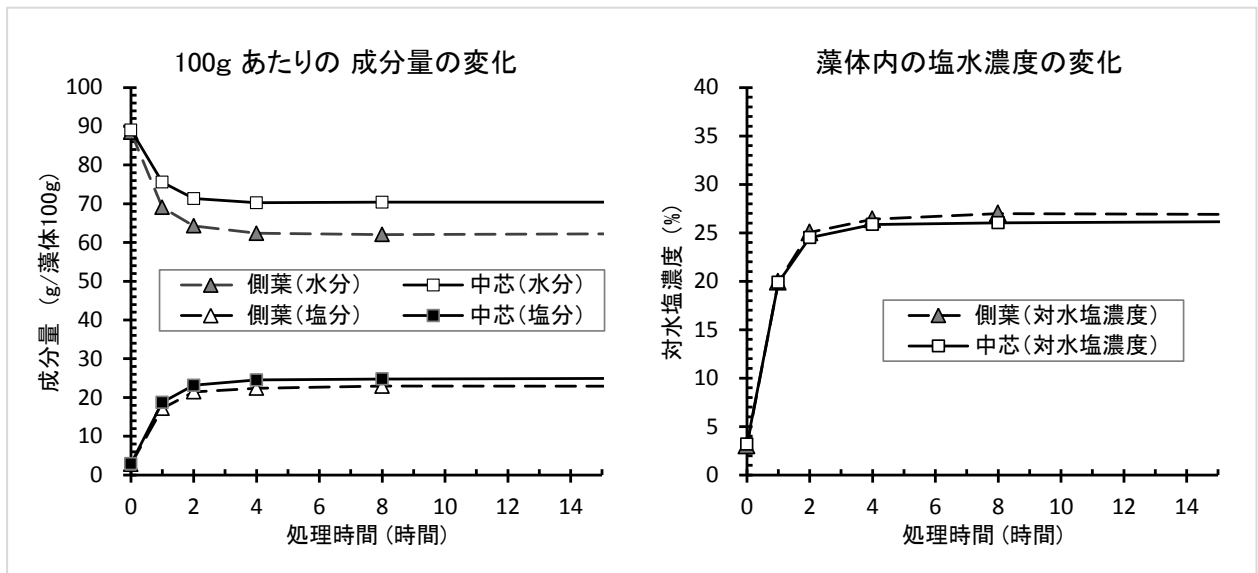


図1 従来型塩絡め法によるワカメ藻体への塩漬け特性

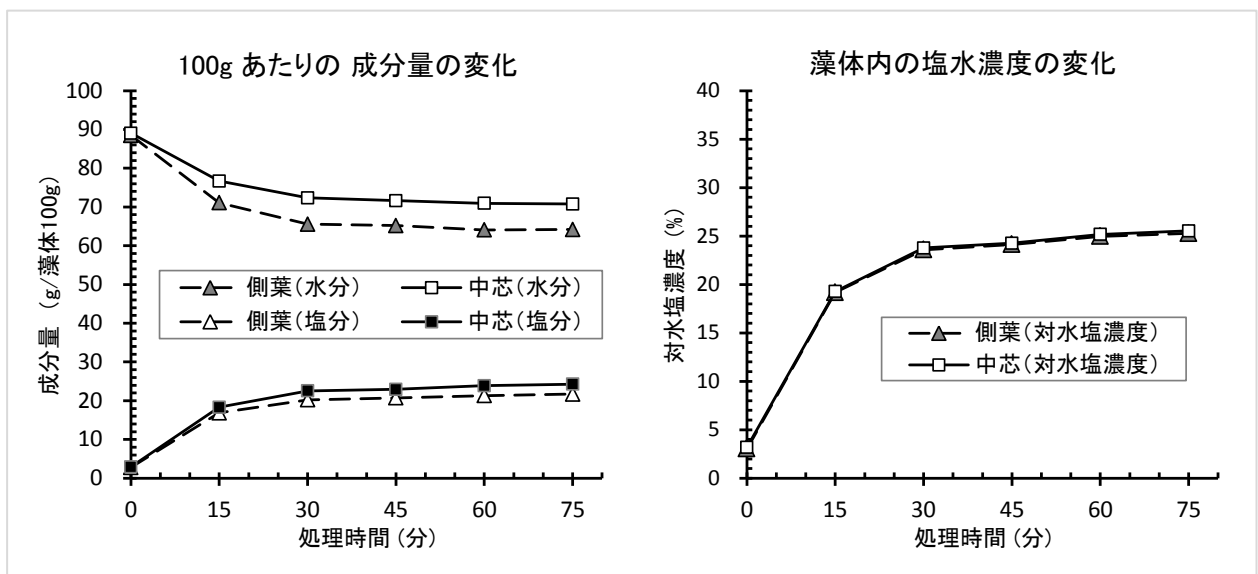


図2 飽和塩水攪拌型塩漬法によるワカメ藻体への塩漬け特性

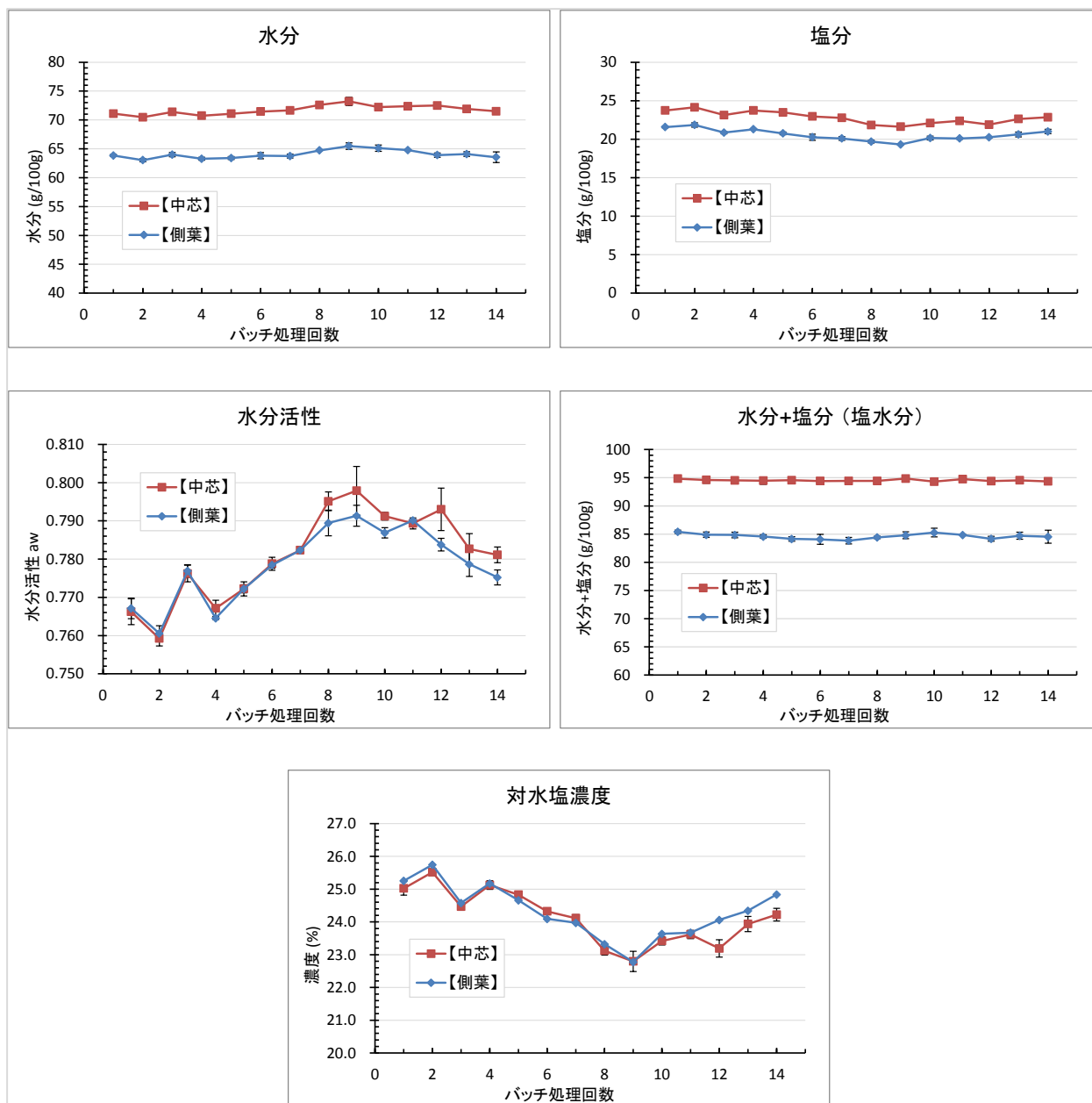


図3 飽和塩水型塩漬装置を用いた複数回の塩漬け処理で認められるワカメ藻体成分の差異