

ワカメの強度測定法の検討及び各種試料の測定結果

藤原 健*

Examination of method of measuring strength of Wakame and measurement result of various samples

Takeshi FUJIWARA*

キーワード：ワカメ, 強度測定, 品質差

ワカメの新規加工品開発に当たり、加熱による軟化や産地間の品質差を評価することは重要であるが、その方法は確立されていない。

ワカメの強度測定に関しては産地間の品質差を検討した報告がいくつかあり^{1,2,3,4)}、引張り強度又は突き刺し強度が適用されている。そこでこれらの報告に準じて葉体片を切り出しその強度測定を試みたが、同一産地の試料において厚さと強度の間に明確な相関は認められず、測定方法の検討が必要とされた。⁵⁾

1枚の裂葉において触感によれば欠刻側は厚いが柔軟であるのに対し、先端付近は薄いが柔軟さに乏しいことがわかる。この原因として同一の裂葉においても欠刻側と先端付近には質的な差異があることが予想されたため、1枚の裂葉について連続的に多数の測定点を設定することとした。

さらにこの測定方法でボイル条件や系統及び漁場が異なるワカメを測定し、その結果について若干の考察を行った。

材料と方法

1 測定方法の検討

供試したワカメは気仙沼湾で養殖されたもので、平成16年1月及び2月に採取し、測定までの間はエアレーションした水槽に保存した。全長はおよそ60~90cmであった。これらから任意に裂葉を採取し、生の状態または90℃の3%食塩水で60秒ボイル後ただちに冷却したものを測定した。

測定は図1に示すとおり欠刻部から切断した裂葉の中

央部について葉厚及び突き刺し強度を2cm間隔で行った。葉厚測定にはマイクロメーター、突き刺し強度にはレオメーター（サン科学CR-200D型）を使用し、プランジャーは直径1mmの円柱型、速度は10mm/分とした。

2 ボイル及び冷却用水の比較

供試したワカメは上記と同様のものであるが、測定した裂葉は同一個体のワカメ中央部から隣接又は対向するものを採取した。これらについて生、90℃の3%食塩水で60秒のボイル後3%食塩水または水道水で冷却したものの、同様に水道水でボイル及び冷却したものを測定用試料とし、1と同様の方法で測定した。

3 養殖漁場及び系統の比較

供試したワカメはいずれも気仙沼水産試験場が養殖試験を実施したもので、平成17年2月及び3月に採取したものである。測定した試料は内湾漁場（気仙沼市松岩地先）及び外洋漁場（気仙沼市岩井崎地先）で養殖された

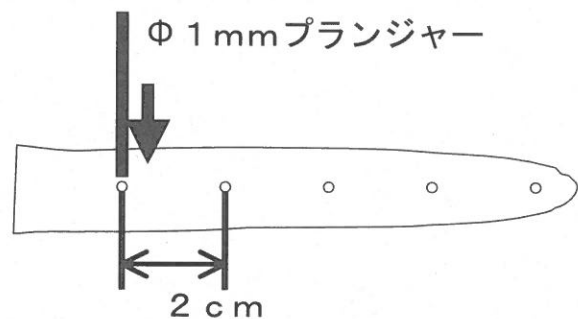


図1 強度測定部位

対馬系と外洋漁場で養殖した岩手系である。測定は各個体から最も長い裂葉を採取し、生の状態で1と同様の方法で行った。

結 果

1 測定方法の検討

測定結果の例を図2に示した。裂葉の厚さは、図2-1に示すとおり欠刻側は厚く先端側は薄かった。図2-2に示した突き刺し強度は12cm付近まで低下した後上昇傾向となった。このため葉厚と突き刺し強度の間には明確な相関は認められなかった(図2-3)。そこで葉厚当たりの突き刺し強度を求めたところ、図2-4に示すように葉厚当たりの突き刺し強度は欠刻に近い部分は低く、中央から先端にかけては上昇した。

以上の結果は図示しやすいようほぼ同じ長さのボイルした裂葉3枚について示したものであるが、生及びボイルという条件の違いにかかわらず、測定した裂葉約20例すべてで同様の結果が得られた。

2 ボイル及び冷却水の比較

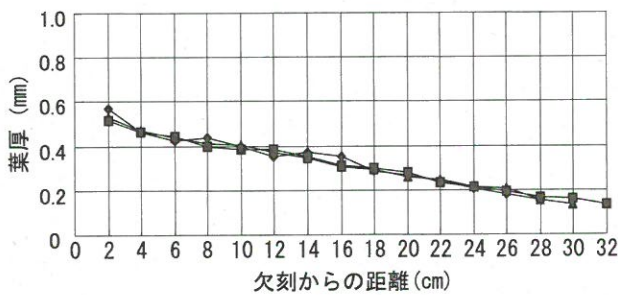
測定結果は図3のとおりで、生と比較しボイルしたものは葉厚当たりの突き刺し強度の低下、即ち軟化したことが示された。これらのうち、水道水でボイル及び冷却を行った場合の軟化は最も少なかった。3%食塩水でボイルし

たものでは、冷却用水に水道水を使用したものが、3%食塩水を使用したものよりも軟化した。

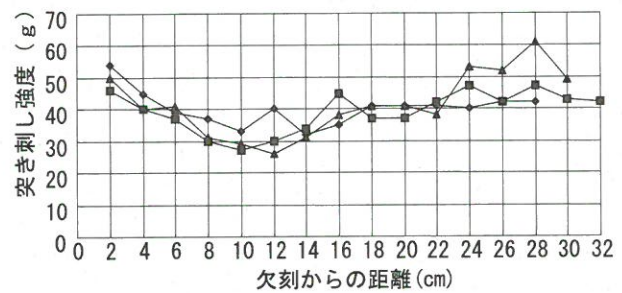
3 養殖漁場及び系統の比較

それぞれの裂葉について生の状態で測定した結果を図4に示した。内湾漁場で養殖した対馬系では、葉厚当たりの突き刺し強度は欠刻側から先端にかけて上昇し、葉厚は欠刻付近では0.3~0.4mmだが先端付近では0.1mm程度であった。また裂葉の長さは40cm以下と短かった。これに対し外洋漁場では葉厚当たりの突き刺し強度は中間付近まではさほど変化せず、先端部は上昇した。葉厚は欠刻付近では0.45~0.6mm程度と内湾漁場と比較し明らかに厚いが、先端付近では0.1mm程度と内湾漁場と同程度となった。外湾漁場の岩手系も葉厚当たりの突き刺し強度は外湾漁場の対馬系と同様であったが、葉厚は対馬系と比較し全体的にやや厚い傾向であった。

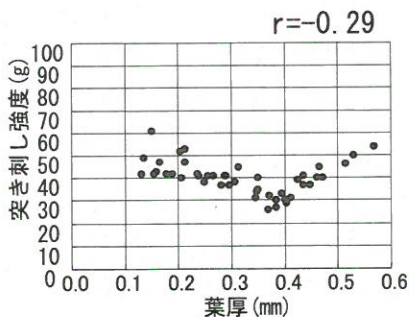
これらについて葉厚当たりの突き刺し強度と葉厚の関係を求め図5に示した。葉厚当たりの突き刺し強度は、内湾漁場の対馬系では葉厚が厚くなるにしたがい低下した。外洋漁場の対馬系及び岩手系では葉厚0.3mm程度までは低下したが、それ以上の葉厚では横ばい傾向となり、葉厚0.3~0.5mmの範囲では岩手系がやや高い傾向であった。



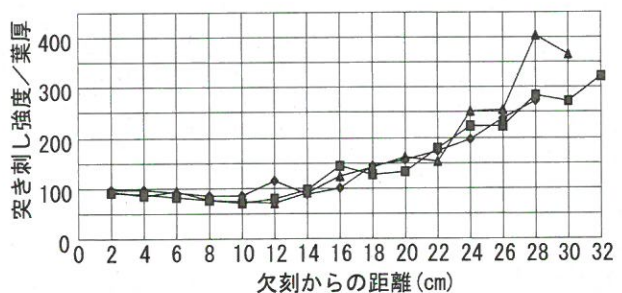
2-1 葉厚測定結果



2-2 突き刺し強度測定結果



2-3 突き刺し強度と葉厚の相関



2-4 葉厚当たりの突き刺し強度

図2 強度測定結果 (裂葉3枚分を示す)

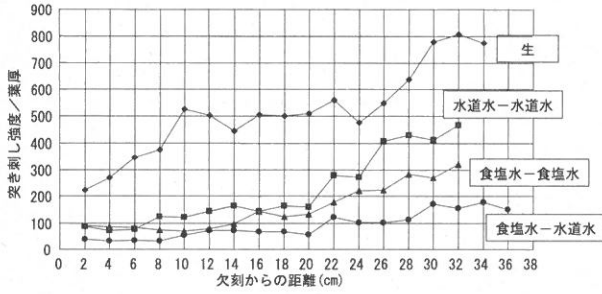
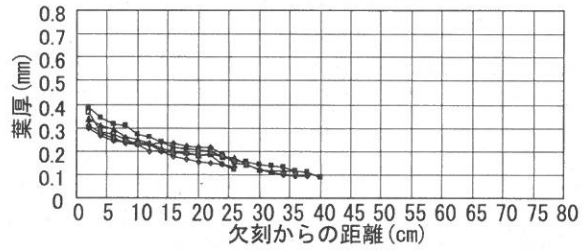
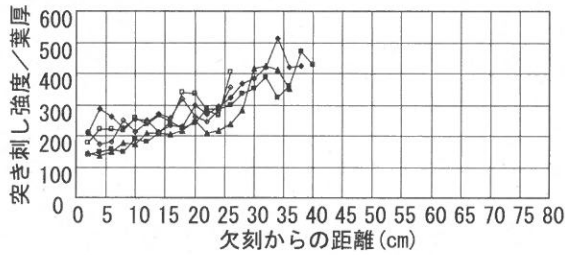
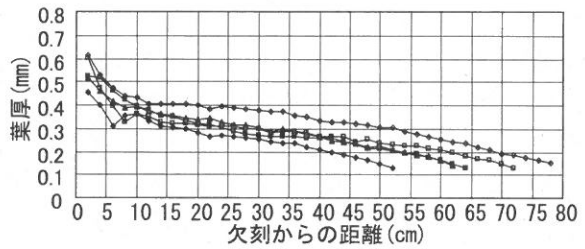
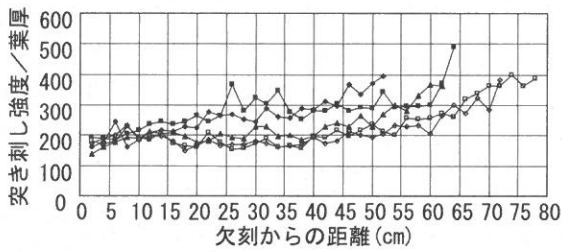


図3 ボイル・冷却用水の比較

対馬系 (内湾)



対馬系 (外洋)



岩手系 (外洋)

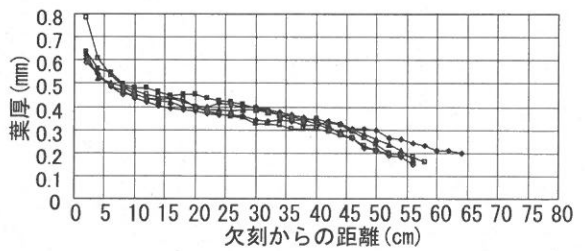
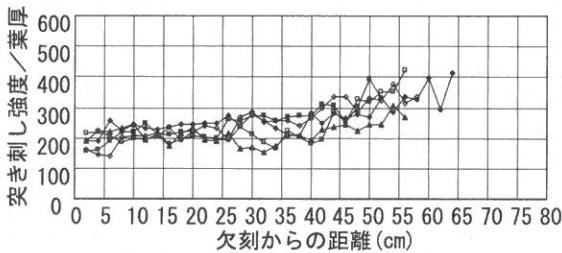
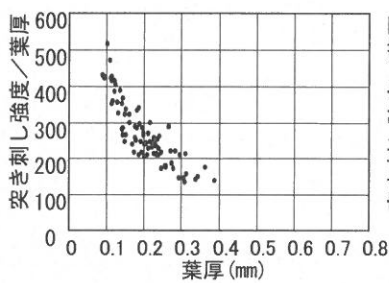
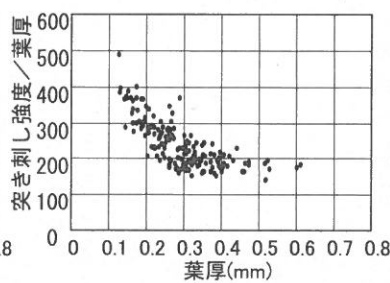


図4 漁場・系統の比較 (裂葉5枚分を示す)

対馬系 (内湾)



対馬系 (外洋)



岩手系 (外洋)

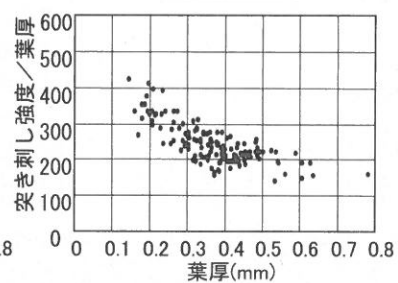


図5 葉厚当たりの突き刺し強度と葉厚の関係

考 察

測定方法について：1枚の裂葉について葉厚と突刺し強度を2cm間隔で測定し葉厚当りの突刺し強度を求めることで、各試料の比較が可能となった。またこの方法による測定の結果、同一の裂葉中であっても部位により葉厚と強度の関係が一定していないことが明らかになり、このことが過去に測定を試みた際⁵⁾に、試料の厚さと強度の間には明確な相関は認められなかったことの理由と思われた。したがってワカメの強度比較を行う際には、葉体から無作為に試料を採取するのではなく、適切な測定部位を設定する必要がある。

今回、ワカメの強度測定に際し1枚の裂葉について2cm間隔で測定したこと及び葉厚当りの突刺し強度を求めたことにより、ボイル方法の違いによる軟化状況や漁場及び系統の差異についても示すことが可能となった。またこの測定法は直径1mmのプランジャーを使用することから、例えば早取りワカメのような小型の試料でも測定可能なことも特長であり、ワカメの品質評価に今後広く応用可能と思われた。

しかし1枚の裂葉中の測定か所は80cmのものでは40か所に及ぶため、測定にかなりの時間を要するのが難点である。今後は測定の効率化のため適切な測定か所の検討を行う必要がある。

ボイル及び冷却用水の違いについて：強度測定結果からは、使用水により軟化の程度に差が生じることが示された。このことから、原藻の硬軟の程度に応じてボイル及び冷却用水を選択することで製品の品質を調整することが可能と思われた。例えば元々軟らかい早取りワカメではボイルと冷却に水道水を使用することで過度の軟化を回避できることが予想される。

3%食塩水でボイルした裂葉の軟化が水道水でボイルしたものより著しいのは、藻体に含まれる成分の化学的变化によるものと思われた。即ち、褐藻類には細胞間を充填する多糖類としてアルギン酸が含まれ⁶⁾、その多くは藻体中で不溶性のカルシウム塩として存在し⁷⁾ワカメの物理性状に關与する⁸⁾。このカルシウム塩は5%塩化ナトリウム溶液で加熱するとイオン交換反応により水溶性のアルギン酸ナトリウムに変化すること⁹⁾が報告されている。今回の実験で使用したのは3%食塩水であるが、これと同様の現象が生じたものと推測された。また、ボイルに3%食塩水、冷却に水道水を使用した裂葉が最も軟化したことについては、イオン交換により変化したアルギン酸ナトリウムが冷却中に吸水し溶解したことによ

るものと考えられた。

褐藻類に含まれるアルギン酸を水溶性化させアルギン酸ナトリウムとして抽出する方法については、炭酸ナトリウム等のアルカリを添加し加熱することが常法として行われており⁶⁾、アルギン酸ゲルを利用した食品の製造に利用されている¹⁰⁾。しかし今回の結果からは、アルカリを添加しなくても、食塩水又は海水でボイルしたワカメを水道水に浸漬することでアルギン酸ナトリウムを抽出可能なことが推測された。そこで実際に試みた結果、ワカメ葉体からアルギン酸ナトリウムを抽出することが可能であり、これを利用したアルギン酸ゲルから新規加工食品を製造することができた¹¹⁾。これは薬品を使用しないアルギン酸抽出方法として、その応用及び普及が期待される。

漁場及び系統の違いについて：今回考案した測定方法により各試料を生の状態で測定したところ、葉厚当たりの突き刺し強度が高い部分では葉厚が薄く、低い部分では葉厚が厚いことはいずれの試料でも共通しており、概ね葉厚0.3mm以下では薄くて硬い、それ以上では厚くて軟らかいという結果が得られた。これにより測定した各試料を特徴付けると次のようになる。まず内湾漁場の対馬系は裂葉の大部分が0.3mm以下で薄く硬い。外洋漁場の同系統は欠刻から中間部付近までは厚く軟らかいが、先端にかけて薄く硬くなる。外洋漁場の岩手系は葉厚0.3mm以下の範囲は先端部のみと少なく、全体的に厚く軟らかい。

なお図5からは葉厚0.3~0.5mmの範囲において葉厚当たりの突き刺し強度を比較すると、外洋漁場の岩手系が外洋漁場の対馬系よりやや高く即ちやや硬い傾向であることが示された。この差が湯通し塩蔵ワカメに加工後も維持されるかは未検討であるが、図3によればボイル後の葉厚当たりの突き刺し強度は大きく低下することから、その差は少なくなるものと予想される。

以上のように生の裂葉の突き刺し強度測定から漁場及び系統の違いを検討したが、今後は湯通し塩蔵製品についても同様に測定し、産地間の差を検討することとしたい。

本報告は、平成14~16年度「わかめ養殖業構造調整支援技術等緊急開発委託事業」により実施した研究の一部をまとめたものである。

謝 辞

試験用ワカメを快く提供していただいた気仙沼水産試験場の塚田輝夫栽培部長、日下啓作技師（現水産研究開発センター）にお礼申し上げます。

文 献

- 1) 渡辺忠美, 福田和弘 (1986) わかめ加工品の品質評価方法の検討. 徳島県食品加工試験場研究報告, (34), 61-65.
- 2) 小野寺宗伸, 田中大喜 (1988) ワカメ等の前浜資源利用技術に関する研究. 平成12年度岩手県水産技術センター年報, 99-100.
- 3) 小野寺宗伸, 田中大喜 (1989) ワカメ等の前浜資源利用技術に関する研究. 平成13年度岩手県水産技術センター年報, 113-114.
- 4) 日下啓作 (2004) 宮城県北部沿岸に生育するワカメ裂葉の破断強度と葉厚. 宮城県水産試験研究報告書, (4), 61-66.
- 5) 宮城県 (2003) 平成14年度わかめ養殖業構造調整支援技術等緊急開発委託事業実績報告書.
- 6) 西出栄一 (1985) 食料工業, 恒星社厚生閣, 891-896.
- 7) 殖田三郎, 岩本康三, 三浦昭雄 (1967) 水産植物学, 恒星社厚生閣, p 404.
- 8) 佐藤孜郎, 佐藤邦子 (1977) わかめの物理性状とアルギン酸について. 家政学雑誌, 28 (7), 463-466.
- 9) 中川禎人, 奥田弘枝 (1996) アルギン酸カルシウムからのカルシウム脱離に及ぼす有機酸, 食塩, アミノ酸, および糖の影響. 日本食品科学工学会誌, 43 (3), 267-274.
- 10) 中村大全 (1990) 北の水産加工辞典, 北日本海洋センター, p 226.
- 11) 宮城県 (2005) 平成16年度わかめ養殖業構造調整支援技術等緊急開発委託事業実績報告書.

