

塩蔵わかめの水分量・塩分量測定器の開発*

箱崎 義英**、高橋 強**、片桐 俊幸**、古山 一幸***、金谷 瞬***

岩手県わかめ生産量は全国1位であり、肉厚で品質の高いわかめとして流通している。塩蔵品の保存性は含有する水分量・塩分量に大きく依存するが、わかめの塩蔵加工は、漁家の経験と勘に基づいて行われており、水分量や塩分量には大きなばらつきが生じている。品質管理のためにはこれらを定量的に把握することが重要であるため、電磁誘導現象を活用した塩蔵わかめの葉一枚で計れる水分量・塩分量測定器を開発した。

キーワード：電磁誘導、水分量、塩分量、わかめ

Measuring Instrument for Moisture and Salt Contents of Salted Wakame

HAKOZAKI Yoshihide, TAKAHASHI Kyo, KATAGIRI Toshiyuki,
FURUYAMA Kazuyuki and KANAYA Shun

Key words : Electromagnetic induction, Moisture content, Salt content, Wakame

1 緒言

岩手県を代表する海産物であるわかめは、長期保存を目的に水分量 50 %～70 %、塩分量 23 %～26 %の塩蔵品として市場を流通している。わかめの塩蔵加工は漁家の経験と勘に基づいて行われており、含有する水分量・塩分量には大きなばらつきが生じる。加工品は、漁業協同組合で受け入れた後、抜取検査により水分量や塩分量の測定を行っている。しかし、水分量や塩分量のばらつきが大きいこともあり不良品の返品により経済的損失が発生している。そのため、生産現場で水分量・塩分量を簡便で短時間に評価する測定器が望まれている。

これまで、岩手県工業技術センターでは、県漁連、県内漁協の強い要望を受け、水分量・塩分量の測定技術を開発してきた¹⁾²⁾。本文では、ピーアンドエーテクノロジーズ株式会社と共同で、塩蔵わかめの葉一枚で計れる水分量・塩分量測定器を開発した。その結果を報告する。

水分量・塩分量の測定は、励磁コイルに加える高周波電力の周波数を 10 MHz～15 MHz まで掃引（スイープ）しながら共振点を探索し、共振点における受信レベルを取得する方法である。この共振周波数と受信レベルにより水分量・塩分量を推定する。測定器のブロックダイアグラムを図2に示す。

本測定器で使用するコイルを図3に示す。コイルは、わかめの葉の形状を考慮し、銅張積層板を電子回路基板加工機で 120×20 mm の長方形に製作した。

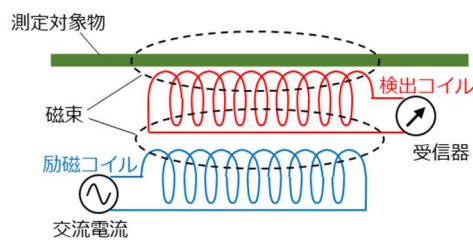


図1 センサ構成

2 水分量・塩分量センサ

2-1 センサ構成と測定原理

水分量・塩分量センサは、図1に示すように、励磁コイルと検出コイルを積層して構成されている。検出コイルは周波数 f_0 の共振回路を形成している。

励磁コイルに高周波電力を供給して交番磁界を発生させ、この磁界中に配置された検出コイルに測定物を近接させる。このとき、検出コイルのコイル線間の静電容量が変化し、共振特性が変化して共振周波数とインピーダンスが変化する。これにより検出コイルに発生する電圧も変化する。

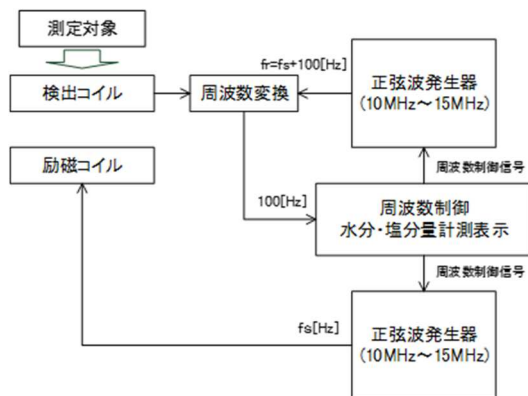


図2 水分量・塩分量測定器のブロックダイアグラム

* 公益財団法人 JKA 平成 30 年度 公設工業試験研究所等が主体的に取組む共同研究補助事業
** 電子情報技術部（現 電子情報システム部）
*** ピーアンドエーテクノロジーズ株式会社



図3 渦巻コイル

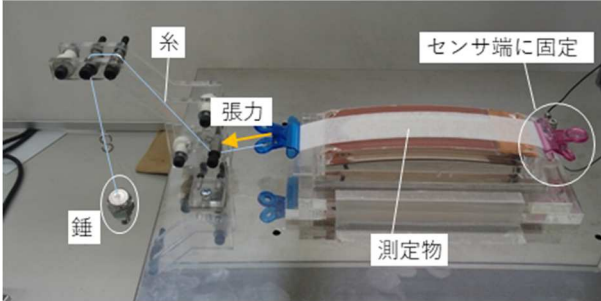


図4 測定物の固定方法

2-2 測定物の固定方法

測定物とセンサを安定に接触させ、高精度に測定するため、図4に示すように、測定物の片側をセンサ端に固定し、他方を一定の力で引きながら接触を確保する方式を考案した。また測定対象物のサイズの違いにより測定にバラツキが発生するため、測定対象物のサイズを規定した。

3 専用処理回路

測定器は、商用電源が利用できない場所でも使用できるようにバッテリー駆動とした。

処理回路は、電源モジュール、制御モジュール、信号処理モジュールに分け、それぞれ回路設計を行った。電源モジュールでは、DCコンバーターにより±12 V、5 Vに変換して各回路に供給する。制御モジュールでは、プログラマブル発振器をマイコンで制御することにより、励磁コイルに供給する周波数を変更する。信号処理モジュールでは、検出コイルに発生する周波数をマイコンのAD変換器で取得できる周波数となる100 Hzへ変換する。

図5に試作した専用信号処理装置を示す。内臓バッテリーとしてDC24 V出力 リチウムイオン電源を利用し12時間以上の安定した動作が可能である様にした。

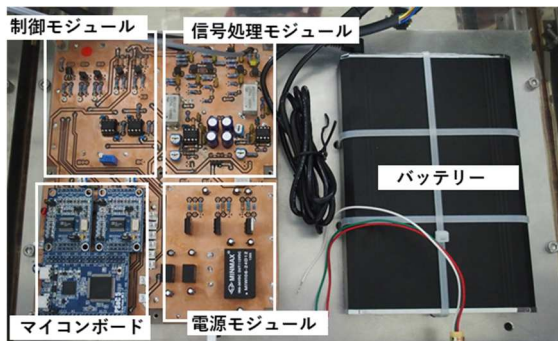


図5 処理回路



図6 試作した水分量・塩分量測定器

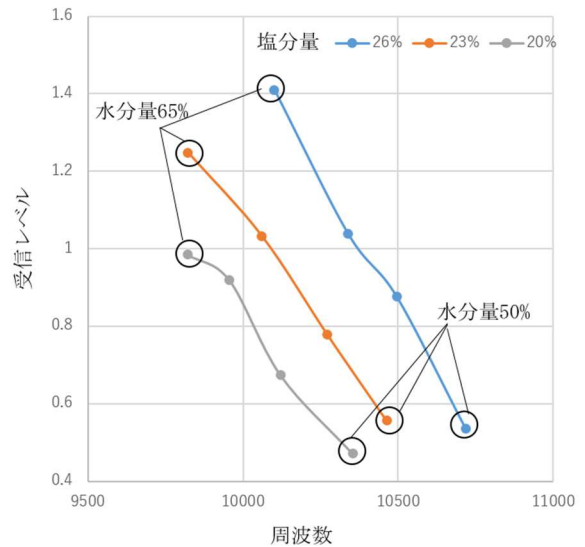


図7 測定結果

4 試作測定器

図6に試作した水分量・塩分量測定器を示す。装置筐体には、飽和レベルの塩水環境で使用するため、金属の中でも耐腐食性が大きいステンレス製の蓋付き筐体を選定した。ケーブルの引出は最少となるコネクタ1個を介して行い、耐水性を確保した。わかめの水分量・塩分量の合否判定は測定器に取り付けた表示器により行った。本試作器での水分量・塩分量の測定時間は35秒であった。

5 実験結果及び考察

検量線を作成するため、水分量は50%、55%、60%、65%、塩分量は20%、23%、26%となる試料を作製し、それらの共振周波数と受信レベルを測定した。わかめを任意の水分量、塩分量に調整することは困難であるため、センサから発生する磁界に与える影響が少ない不織布を用いて試料を調整した。測定した結果を図7に示す。

塩分量を一定として確認した場合、水分量の減少により周波数は増加し、受信レベルは減少することが分かる。また、水分量を一定とした場合には、塩分量の増加により、周波数と受信レベルはともに増加傾向にある。この

ことより、本測定器において水分量と塩分量は周波数、受信レベルの2つのパラメータで分離できることがわかる。そこで、得られた結果より、周波数と受信レベルを変数とし、回帰分析を行うことで水分量、塩分量の検量線を導出した。この検量線をもとに装置評価を行ったところ、誤差は、読み値で塩分濃度1%、水分濃度3%程度であることが判った。さらに高精度な測定には、わかめを適切にセンサへ接触させることができる安定的な固定方法の開発が必要であることも明らかになった。再現性の良い固定方法は今後の大きな課題である。

5 結 言

本文では、県内漁協のニーズである塩蔵わかめの水分量・塩分量測定器の試作開発結果を報告した。試作した測定器は、高感度を狙い、センサは渦巻き状平板コイルを採用し、2個のコイルを重ねて共振回路を構成するもので、対象物の水分量や塩分量により共振周波数が変化するものである。

専用処理回路は、プログラマブル発振器をマイコンで

制御することにより、10 MHz～15 MHzまでの周波数をスウィープしながら共振点を探索する方式を採用し、受信レベルについても同時に測定する。測定時間は35秒である。試料の固定方法については課題もあるが、今後、改良を加えながら水分量・塩分量測定器の実用化を目指したい。

また、本測定技術は、塩蔵わかめの他、木材や製材、作物栽培における土壌など広範囲での活用が考えられる。本研究の成果について、広く周知を行いながら測定器の適用範囲を広げていきたい。

この研究は、公益財団法人 JKA「平成30年度公設工業試験所等が主体的に取り組む共同研究補助事業」の助成を受けて実施したものである。

文 献

- 1) 電磁誘導を用いた水分量測定技術の開発：岩手県工業技術センター研究報告 第20号 (2017)
- 2) 物体の成分量測定装置 特願 2017-71222