

複素誘電率測定による食品の半解凍状態の非破壊検査

Nondestructive evaluation of partially thawed states in food through measurements of complex dielectric constants

伊藤 惇^{1,2}, 生嶋健司¹

Tokyo Univ. of A & T¹, Kyokuyo Co., Ltd.²

E-mail: s181037u@st.go.tuat.ac.jp

半解凍状態とは、解凍中の潜熱が抜ける過程で水と氷が共存している状態のことである。冷凍原料を使用した食品加工においては、ほとんどの場合、解凍過程が存在する。半解凍状態は加工中・加工後の温度等に影響を与え、さらには最終製品の品質を左右するため、品質管理において監視項目にもなっている。半解凍状態を検査する方法として人の触覚による検査があるが、属人的であり持続性に欠ける。その他の方法としては熱電対やサーモグラフィーの利用があるが、熱電対は破壊検査であり、サーモグラフィーは内部の温度を評価できない。より本質的な問題として、潜熱が抜ける過程である半解凍状態の検知は、そもそも温度が良い指標とはならない。

そこで我々は食品中の水の複素誘電率に着目している。水と氷の比誘電率(複素誘電率の実部)は周波数 10 kHz~1 GHz の領域において、それぞれ 80 及び 4 程度と大きな差があり、一方、電気伝導率(複素誘電率の虚部)は 1 MHz 帯域にて 100 倍程度の差がある。そこで本研究の目的は、食品検査を想定した複素誘電率測定装置を開発し、半解凍状態検知の検証を行うことである。

本研究における複素誘電率測定方法は以下である。まず、食品(本研究では主に魚がターゲット)を誘電体と見なして電気容量 C の金属極板間に配置し、食品を含む RLC 共振回路のスペクトル特性から解凍による複素誘電率の変化を検出する(図 1)。今回、測定対象となる食品は冷凍魚(ギンザケ)である。非接触に測定するため、電極-食品間にはアクリル板及び空気層を施し、その電気容量は 10 pF 程度である。今回、中心周波数約 2 MHz、バンド幅約 150 kHz の直列共振回路を用いて測定し、中心周波数は複素誘電率の実部、バンド幅は実部及び虚部に対応した情報が取得される。ファンクションジェネレータにより矩形パルス(パルス幅 200 ns)を入力し、その応答波形をリアルタイム・スペクトラムアナライザで分析した。冷凍状態から解凍状態への過程において、中心周波数は減少し、バンド幅も減少し、半解凍状態を評価する可能性が示唆された。当日は、空気層等を含む全等価回路を考慮した定量分析の結果と食品工場への実装に関する課題について報告する。

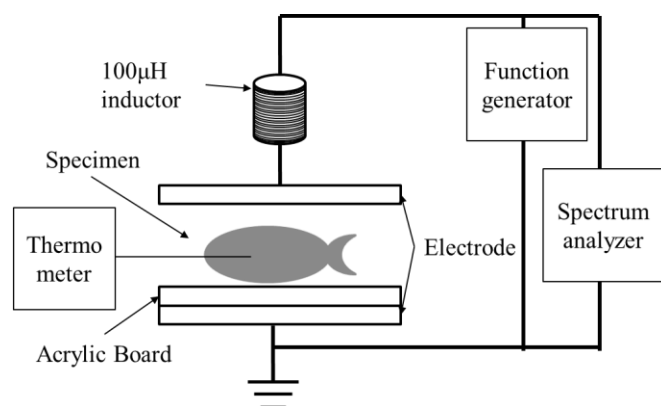


図1 食品検査のセットアップ