

VHF 帯におけるマグロの複素誘電率の温度特性測定

Temperature Dependence Measurement of Complex Dielectric Permittivity of Tuna at VHF Band

*¹衛 熠行
Wei Yihang

*¹佐藤 弘康
Hiroyasu Sato

*¹陳 強
Qiang Chen

*¹ 東北大学大学院工学研究科
Graduate School of Engineering, Tohoku University

1. はじめに

漁獲されたマグロは -60°C に冷凍して保管されるが、消費者に提供する前に -20°C までマグロを解凍する必要がある。解凍に電磁波を用いる場合、 2.45 GHz では侵入長が小さく、大型なマグロの解凍には向かない。そこで我々は侵入長が大きい低周波の VHF 帯を用いた電波オープンの開発を進めており、マグロの導電率の温度特性を明らかにする必要がある。

本報告では、マグロの導電率および比誘電率を同軸開放端プローブで測定した結果を述べる。

2. 誘電率の測定系

測定系の構成と写真を図 1 に示す。アルミ製キャビティに挿入したマグロ切り身表面に同軸開放端プローブ (DAK3.5, Speag) を接触させて複素誘電率を測定する。Keysight 製 VNA (N9913A) を用いて反射係数を測定し、マグロ切り身に熱電対を挿入してデジタル温度計 (HOZAN DT-510) で温度を測定した。

3. 測定結果

温度 $T=20^{\circ}\text{C}$ 、 -20°C のときの、マグロの比誘電率と導電率の周波数特性を図 2 に示す。 $T=20^{\circ}\text{C}$ の場合、 200 MHz で比誘電率 71.0 、導電率 0.990 S/m であった。低温の $T=-20^{\circ}\text{C}$ では比誘電率、導電率が共に大幅に低下し、 200 MHz で比誘電率 23.9 、導電率 0.218 S/m であった。マグロと水の比誘電率と導電率の温度特性を図 3 に示す。マグロは 0°C を境にしていずれも緩やかに低下した。一方、水は 0°C を境にして急峻に変化している。水は液体と固体の状態変化が短時間に行われるのに対し、マグロは常に固体であり、マグロの水分の含有量に応じて水よりも長時間で状態が変化したものと考えられる。

4. まとめ

周波数帯域 $200\text{ MHz}\sim 1010\text{ MHz}$ において温度の変化に対するマグロの複素誘電率を測定した。今後、低周波に対応した同軸開放端プローブを用いた誘電率測定を行う予定である。

参考文献

- [1] M. C. Decreton and F. E. Gardiol, "Simple Nondestructive Method for the Measurement of Complex Permittivity," in IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, vol. 23, no. 4, pp. 434-438, Dec. 1974.
- [2] G. Lazzi, "Thermal effects of bioimplants," in IEEE Engineering in Medicine and Biology Magazine, vol. 24, no. 5, pp. 75-81, Sept.-Oct. 2005.

謝辞 本研究は総務省持続可能な電波有効利用のための基盤技術研究開発事業 (FORWARD, JPMI250230001) の助成を受けて行われた。

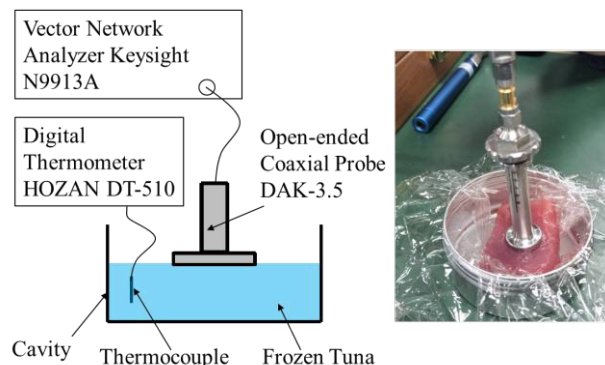


図 1 マグロの誘電率測定系

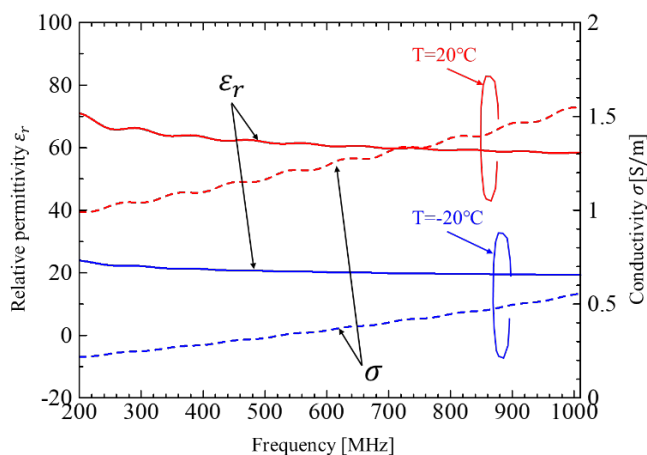


図 2 マグロの比誘電率と導電率の周波数特性 ($T=20^{\circ}\text{C}$ 、 -20°C)

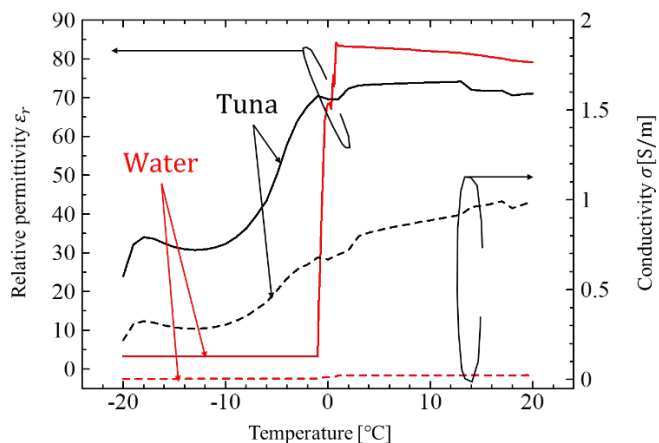


図 3 マグロの比誘電率と導電率の温度特性 (200 MHz)