

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 衝撃大電流によって発生した水中衝撃波を用いる食品加工に関する研究
(Fundamental study for food processing using underwater shock wave
by high pulsed current)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 複合新領域科学講座
(主任指導 外本 和幸 教授)

論文提出者 前原 弘法
(Hironori Maehara)

主論文要旨

衝撃波は火薬の爆発や高速衝突など蓄積されたエネルギーが瞬間的に開放されることによって生じる圧力波の一種である。この衝撃波は高圧を伴い、異種金属同士の爆発圧着や金属板の張り出し成形を行なう爆発成形等の工業的利用や、体内に生じた結石を破壊する等の医療的分野において利用されている。本研究では衝撃大電流による発生した衝撃波を伝播させる媒質として水を用いた水中衝撃波を利用し食品の改質を行なっている。水中衝撃波を用いた食品加工を利用することで短時間の処理が可能になり、熱の影響も少ないため栄養素の損失も防ぐことができるといことがわかっている。細胞壁、細胞膜を破ることで、栄養素を取り出しやすくすることが可能である。水を媒質として用いる利点としては、比較的長い時間衝撃波処理が行なえるという点と食品全体に均質に衝撃波が負荷させることができることにある。衝撃波発生源は水中に設置した対向電極に高電圧、大電流を流すことによって発生する衝撃波を用いている。電圧を調整することにより試料に負荷させる圧力の調節が可能である。

本研究では、電圧、電気容量が異なる 2 種類の衝撃大電流発生装置を自作し、放電電流、放電電圧、放電電力、最適電極間隔などの装置特性を検証した。1 つは定格電圧 25kV、静電容量 25 μ F を 4 台並列接続したコンデンサによる大型の衝撃大電流発生装置と、もう 1 つは定格電圧 4.5kV、静電容量 200 μ F を 4 台並列接続した小型の衝撃大電流発生装置である。

その結果、小型の衝撃大電流発生装置で充電電圧 3.6[kV]の時で最適ギャップ間隔は 7[mm]、放電電力 22[MW]が確認できた。大型の衝撃大電流発生装置で充電電圧 14[kV]の時で最適ギャップ間隔は 14[mm]、放電電力 59.8[MW]が確認できた。衝撃波の測定は高電圧、大電流を発生させるために、測定機器にノイズが発生するため困難であり、発生する水中衝撃波を光学観測によって速度を求め、衝撃波圧力を求めた。光学観測によって、放電部から水中衝撃波とガスが発生していることが観察された。また、水中衝撃波の速度、圧力が光学観測結果によって求められ、衝撃波圧力は最大放電電力と相関があることが証明された。

本研究では、応用技術として小型衝撃波発生容器を製作し、生姜に水中衝撃波を負荷させて、抽出性の向上を試みた。非処理と2回処理、5回処理で比較した。その結果、水溶性、脂溶性の成分とともに抽出性向上の効果が得られた。衝撃波5回処理ショウガからはおよそ3.2倍の水溶性固形物が得られた。衝撃波2回処理ショウガからは、非処理と比べおよそ1.41倍の[6]-gingerolが抽出された。

衝撃波5回処理ショウガからはおよそ1.56倍の[6]-gingerolが抽出された。そしてコーヒー豆の粉碎処理に水中衝撃波を応用した。手挽きミルと10回、20回の大電流衝撃波処理、爆薬による1回の水中衝撃波処理50MPa、100MPaで衝撃波の圧力と粒子径の分布とは相関関係がみられた。手挽きミルと20回の大電流衝撃波処理、爆薬による衝撃波処理100MPaは共に1.18mmでピークがみられた。そして、走査型電子顕微鏡観察によって同様の破壊形態が観察された。

これまでの爆薬による衝撃波処理から衝撃大電流を用いることによって簡便に、素早く、食品加工が可能になった基礎技術、並びに応用技術を述べた。これらの技術が食品の軟化、抽出性向上、粉碎に効果があることが証明され、新規性、独自性のある応用技術であり、非常に有用な研究である。