

高電圧パルスを用いたオリーブ搾油率増加に関する研究

有明高専創造工学科 坪根 弘明、九州荒尾オリーブ村 上園 満雄、有明高専創造工学科 河野 晋、
有明高専教育研究技術支援センター 石橋 大作、株式会社エーアイエー 百富 孝行

TSUBONE Hiroaki, UEZONO Mitsuo, KOHNO Susumu,
ISHIBASHI Daisaku and HYAKUDOMI Takayuki

1. 研究概要

荒尾市では、農業者の高齢化や耕作放棄地の増加、みかんの豊作貧乏、地元名産の荒尾梨の不作に対する危機管理の一つとして、名産品の複線化を検討しており、平成21年度から九州荒尾オリーブ村を中心に荒尾市におけるオリーブ栽培の推進プロジェクトが進められている。現在、年間数 ton のオリーブの実を収穫するところまで広がっており、収穫されたオリーブの実は、イタリア製の搾油機を利用してオリーブの搾油を行っている。しかしながら、オリーブの実に含まれている20%以上の含油率に対して、7%以下の搾油率にしか達していないのが現状である。貴重で付加価値の高い国産のエクストラバージンオイルを効率よく製造するために、搾油率の増加が切実に望まれている。ここで、高電圧パルスの応用の一つに電気穿孔法というものがある。これは高電圧パルスを用いて細胞膜に人工的な孔を形成するもので、従来、細胞や菌などに遺伝子を導入する技術として研究されてきたものであるが、最近ではその適用範囲を拡大するような研究も行われている(図1)。具体例として、ぶどうに高電圧パルスを用いて抽出することによって、有用成分の抽出量が増加するという研究である[1]。そこで、本研究では高電圧パルスを用いたオリーブの搾油率増加に関する研究を実験的に行うこととした。

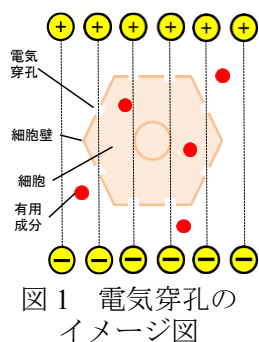


図1 電気穿孔のイメージ図

2. 実験

図2に高電圧パルスを用いるための反応容器を示す。電極の材質はジュラルミン、容器の材質には透明

塩ビを使用している。ボルトとナットは、電極の固定と配線時にグリップで挟む役割を果たしている。本実験では、オリーブを果実と種に分けて果実を潰し、手で捏ねて検査試料とした。次に、図3に実験装置の回路図を示す。潰した果実を反応容器の電極と電極の間に詰め、パルスフォーミングネットワーク型パルス発生装置(パルス幅 $0.85 \mu\text{s}$ 、 $\sim 6 \text{kV}$) または RC 放電回路型パルス発生装置 (パルス幅 $10 \mu\text{s} \sim 1000 \mu\text{s}$ 、 1.5kV 、半導体スイッチ IGBT : IXYSIXEL40N400 4kV) を接続し、高電圧パルスを用いて印加した。出力電圧は高電圧プローブ (Pintek HVP-39pro または IWATSU SS-0160R) とデジタルオシロスコープ (IWATSU DS-5524) で観測した。各パルス発生装置の充電は、前者を直流高圧電源装置 (GLASSMAN EH10P10.0-10)、後者を直流電源装置 (KIKUSUI PMX500-0.1A) 3台直列接続して行っ

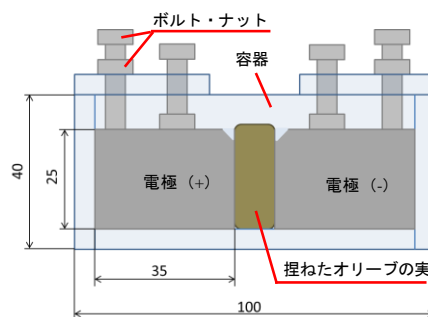


図2 反応容器の概略図

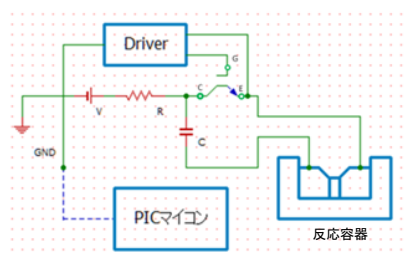


図3 実験装置の回路図

表 1 実験条件および結果一覧

EXP.	電極間距離 (mm)	パルス条件			途中攪拌	搾汁率 (%)	パルスなしとの変化率 (%)
		パルス回数(回)	パルス幅(μs)	電圧 (kV)			
I	10	パルスなし			なし	41.4	-
		100	0.85	6		40.8	-1.6
		1000				38.7	-6.6
II	5	パルスなし			なし	27.1	-
		100	10	1		29.3	8.0
			100			32.5	19.9
			1000	0.5		29.1	7.3
III	5	パルスなし			なし	36.3	-
		100	100	1.2		40.3	11.3
						あり	40.5

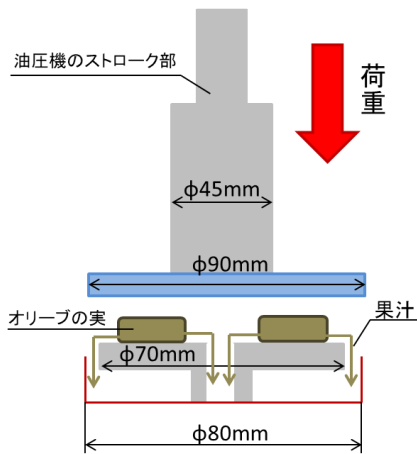


図 4 油圧機による压榨

た。今回、実験パラメータを、パルス幅、パルス回数、電圧、電極間幅とし、これらの実験条件を表 1 に示す。高電圧パルスを印加後、図 4 に示すように、オリーブの実を油圧機で压榨した。次に、(1)式に示すように、搾った果汁の重さを搾る前のオリーブの実の重さで割ることで搾汁率を算出した。なお、実験回数はどの条件においても 5 回実施した。

$$\text{搾汁率(\%)} = \frac{\text{果汁の重さ(kg)}}{\text{压榨前のオリーブの実の重さ(kg)}} \times 100 \quad (1)$$

3. 実験結果および考察

実験 I では、実験条件は電極間距離を 10 mm、パルス幅を 850 ns、電圧を約 6 kV とし、パルス回数が 100 回および 1000 回の 2 条件で実験した。実験の結果、パルス電界を印加しない場合と比較すると、パルス幅 0.85 μs の条件下では、パルス電界の印加およびパルス回数による搾汁率への顕著な効果は見られなかった。

実験 II では、実験条件は電極間距離を 5 mm、パルス回数を 100 回、電圧を 1 kV とし、パルス幅が 10 μs、100 μs、1000 μs の場合の 3 パターンで実験を行った。実験結果より、100 μs で最も搾汁率が増加した。これは、基本的にはパルス幅の増加とともに電気穿孔が生じ易く、1000 μs の時はスパークの発生のため電圧を 0.5 kV で実施した影響であると考えられる。また、パルスなしの場合と 100 μs の場合で比較すると、平均値で約 19.9% の搾汁率の増加であった。

最後に、実験 III では、実験 II で最も効果があったパルス幅 100 μs の場合において、オリーブの実へのパルス電界の不均一性に関する実験を行った。今回、実験途中で、一旦、反応容器内のオリーブの実を混ぜて再びパルス電界を印加した。また、設定電圧はスパークを生じない最大の電圧 (1.2 kV) で実験を行った。まず、パルスなしとパルスありで比較すると、搾汁率は約 11% の増加であった。次に、オリーブの攪拌の有無で比較すると、搾汁率に大きな変化は見られなかった。

4. まとめと今後の予定

今回の実験によってパルス電界はオリーブの搾汁率の増加に影響を与えること、および任意のパルス電界条件において、その効果を確認できた。しかし、今回測定したのは压榨によるオリーブの搾汁率なので、今後は、実験のサンプル量を大幅に増加して、果汁からオリーブオイルを分離し、搾油率への影響を直接調べる必要がある。これらのことから、反応容器の改善とともに、さらに詳しくパルス電界がオリーブに与える影響を調べ、搾油率の測定に挑戦する予定である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、多くの情報提供ならびにオリーブの実のサンプルをご提供いただいた九州荒尾オリーブ村や関係するスタッフ一同、ならびに経済的支援をいただいた有明広域産業技術振興会に感謝申し上げます。

参考文献

[1] 畑山仁也, ナノ秒パルス高電界が農作物に与える効果—高電界印加後のブドウ表皮の細胞形態と漏出ポリフェノール総量—, 農業機械学会誌, 73-2 (2011).