

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目

和柑橘資源の有価物回収操作に対する搾汁プロセス制御および超臨界流体抽出
(The Juice Process Control and Supercritical Fluid Extraction as Valuables Recovery
Operation of Citrus Resources)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 衝突エネルギー科学講座
(主任指導 後藤元信 教授)

論文提出者 高橋明子

(by Akiko Takahashi)

主論文要旨

和柑橘は日本人に古くから馴染み深く、青果としてはもちろんのこと、加工品としての需要が非常に高い。主な和柑橘加工品は柑橘果汁である。通常、栽培収穫された和柑橘は、誘導電動機を駆動源としゴムベルト等の間に果実を挟み込み搾汁する、ベルト式搾汁機で搾汁される。搾汁残渣は、一部特殊な製品に用いられる場合を除き、そのほとんどが産業廃棄物として処理され、その量は効率よく搾汁した場合であっても柑橘果実の8割程度と膨大なものである。この残渣は主として果皮から構成されおり、この果皮部にはフラボノイドやカロテノイド、爽やかな香りを有する精油成分といった有価物を含有していることから、近年有価資源として注目を集めている。本論文では、和柑橘搾汁段階を第一有価物回収操作と考え、搾汁段階から搾汁残渣からの有価物回収段階までを含めた有価物回収について検討を行った。また、超臨界流体技術使用時においては、状態の判断基準として誘電率を提案し、高温高压で使用可能な誘電率センサーの開発およびその利用法について提案した。

本論文は全6章から構成される。第1章において、本稿で一貫して取り扱う和柑橘について述べ、柑橘から搾汁工程を経て搾汁残渣が発生するまでの流れや、これまで搾汁残渣に対して行われてきた超臨界流体技術を利用した有価物回収法を紹介した。また、搾汁機に対する制御的アプローチと、搾汁残渣に対する超臨界流体を用いたアプローチの全体構想について述べた。

第2章において、電源直入誘導電動機のトルク・速度推定について述べた。搾汁機の駆動源である誘導電動機は、頑健かつ駆動が容易なため、プラントや産業機器の駆動源として広く採用されている。しかしながら、誘導電動機を機械の駆動源としてのみ用いる場合、電動機の電氣的パラメータを把握することは困難であり、回転数や出力トルクを管理することが出来ない。本章では、柑橘搾汁機のように駆動源である誘導電動機付近にセンサー

を常設できない機構に対し、配電盤に設置された電圧・電流センサーから誘導電動機に供給される電圧・電流を測定し、電圧と電流の内積と外積を利用することにより比較的簡易にトルクおよび速度推定が可能であることを示した。さらに、初期的に必要な電氣的パラメータが一つで済むことを示した。

第3章において、搾汁機を取り上げ、搾汁機におけるトルクについてひずみゲージを用いた測定結果と2章にて提案した推定法により推定したトルク結果をもとに、搾汁機における活用法の検討を行った。また、ベルト式搾汁機の整箇所がベルト幅のみであることを考慮し、柑橘を非線形バネでモデル化し、幅（ベルト幅に対応する）、力（果実に与える圧力に対応する）の関係を、リニアスライダを用いて検証した。その際、果実にかかる搾汁力は外乱オブザーバを用い検出した。

第4章においては、超臨界二酸化炭素および亜臨界水を用いた柑橘残渣からの有価物回収について述べた。気体と液体の中間的な状態である“超臨界流体 (Supercritical Fluid; SCF)”は、高い輸送特性と高い溶解度特性を兼ね備えている上に、環境融和性にも優れているため、従来の毒性・燃性を有する有機溶媒に取って代わるグリーン溶媒として注目を集めている。抽出分野においては、自然界に大量に存在し、人体に無害である二酸化炭素や水を超臨界もしくは亜臨界状態にした反応溶媒を用いた抽出が食品業界をはじめとする各種業界で盛んに取り組まれており、柑橘搾汁残渣についてもこれまで多くの有価物回収法が提案されている。本章では、フラボノイドとペクチンに注目し、超臨界二酸化炭素にエントレーナ添加することでフラボノイドが回収できることを示した。また、環境低付加溶媒である水と二酸化炭素を組み合わせることで、ペクチンの分子量変化に及ぼす影響について調査した。

第5章において、超臨界条件において使用可能な誘電率センサーの開発とその利用について述べた。本章では、超臨界流体において誘電率が測定可能な耐高圧高温誘電率センサーを開発し、作成した誘電率センサーとこれに準ずる測定装置を用いて、超臨界二酸化炭素の誘電特性を測定することに成功した。

第6章では総括として本研究による成果を要約し、今後の展望について述べた。