

論文内容要旨

報告番号	甲 先 第 271 号	氏 名	松本 憲治
学位論文題目	液体食品の充填製造プロセスにおける流動操作条件の最適化		
<p>内容要旨</p> <p>現在、さまざまな液体食品が包装容器を用いて流通・販売されており、包装容器によって液体食品の品質と安全性を保ちつつ、取り扱いの利便性を向上させることが必要となっている。本研究では、液体食品の中でも日常的に最もなじみ深い、紙容器に充填された牛乳の製造技術に注目した。</p> <p>1,000mL屋根型紙容器へ牛乳を充填する過程における問題は、牛乳の液跳ねや泡立ちが発生することであり、これらにより牛乳が紙容器上部のトップシール面に付着すると、上部加熱圧着シール過程におけるシール不良の原因となり、輸送時の液漏れにつながる。したがって、液跳ねや泡立ちを防止しつつも、生産性を落とさない操作条件にて製造する必要があるが、操作条件の選定は実験的に試行錯誤で行っているのが現状である。そこで本研究では、牛乳充填過程における紙容器内での牛乳の流動ダイナミクスを、数値解析によって再現することを試みた。数値解析では、気液2相流の界面捕獲法としてVolume-of-Fluid法を用い、牛乳の物性値や充填操作条件を忠実に反映させた。解析結果を詳細に検討することで、牛乳充填時の流動メカニズムを詳細に解明することが可能となる。さらに、数値計算上で操作条件を変更することで、トップシール面への液跳ねを防ぎつつ生産能力の高い操作条件の選定を行うことを目的とする。</p> <p>まず、牛乳の流体物性を実測し、流動メカニズムを解明する上で重要な知見であるレオロジー特性について、牛乳はShear-thinning性を持つ純粘性非ニュートン流体であることを確認した。次に、2次元での牛乳充填過程の数値解析より、牛乳の有するShear-thinning性が紙容器内の流動ダイナミクスに大きく影響を及ぼし、牛乳のShear-thinning性が無視できないことを明らかにした。さらに、紙容器の押上げ動作が流動ダイナミクスへ及ぼす影響について2次元及び3次元解析を行い、紙容器の押上げ動作は牛乳の跳ね上がりを抑制する効果があることを確認した。また、充填能力が流動ダイナミクスへ及ぼす影響についても2次元及び3次元解析を行い、充填開始時の液跳ねと充填終了時の気液界面の乱れはトレードオフの関係にあることがわかった。最後に、牛乳の充填ノズルからの流入速度分布が流動ダイナミクスへ及ぼす影響について3次元解析を行い、流入速度分布を変えることで充填開始時の空気を巻き込むことによる気泡の発生を抑制することができ、気泡の発生抑制が充填状態の改善につながることを示した。さらに、流入速度分布を変えることにより充填装置の高能力化が期待できることを確認した。</p>			