

氏名(本籍)	うす だ ひろ ゆき 臼 田 浩 幸 (北 海 道)
学位の種類	博 士 (農 学)
学位記番号	博 甲 第 4001 号
学位授与年月日	平成 18 年 3 月 24 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審査研究科	生命環境科学研究科
学位論文題目	青果物の流通過程における損傷機序の解明と輸送試験法の開発に関する基礎的研究
主査	筑波大学教授 農学博士 佐竹隆顕
副査	筑波大学教授 農学博士 前川孝昭
副査	筑波大学教授 博士(農学) 山口智治
副査	筑波大学助教授 博士(農学) 北村豊

論 文 の 内 容 の 要 旨

高い利便性から青果物輸送のほぼ 100%を占めるトラック輸送において、荷台で生じる振動は、青果物に押し傷や擦れ傷などの機械的損傷、いわゆる外部損傷を生じさせる。青果物は、組織が柔らかいものが多く、輸送中の振動による機械的損傷を受け易い。従って、その商品性を維持するためには、緩衝包装による損傷防止が必要不可欠である。しかし、緩衝包装で用いられる緩衝材は、再利用されずに廃棄されることが多いため、無駄を省いた包装設計が必要であり、そのための振動試験法が求められている。また、輸送時の振動は、青果物に対し機械的損傷に加え、内部品質にも影響を及ぼすこともある。

JIS および ASTM など規格化された複合的な振動波形からなるランダム振動試験は、実際の振動条件との関連付けがなされていない。そこで本研究では、実際の輸送環境を反映した振動による品質の変化を適正に評価するための輸送試験法の確立を目的として研究を行った。青果物の品質において最も重要な損傷は、機械的損傷である。そこでまず機械的損傷性を評価するための輸送試験法の確立を目的として研究を行った。さらに試験法の高度化を図るためには、内部品質についても考慮する必要があることから、その前段として内部品質の劣化につながる生理的損傷機序の解明に向けた基礎的研究を行った。

はじめに、青果物の長距離輸送における輸送環境の実態を把握するため、実輸送時のトラックのサスペンションの違いによる振動特性、ならびに走行速度と振動特性との関係について検討した。10tトラックにおける荷台振動および走行速度について、エアサスペンション(以下エアサスと略記する)装備車とリーフサスペンション(以下リーフサスと略記する)装備車の荷台における上下方向および進行方向に対して前後方向、並びに左右方向の3方向に関して振動測定を行ない、パワースペクトル密度(以下PSDと略記する)解析を行った。サスペンションによる振動特性の比較では、上下振動において、リーフサス車で最もピークの大きい3Hz付近の振動加速度が、エアサス車では、58.6%低減されていることが明らかになった。一方、左右・前後振動については、エアサスによる低減効果はみられなかった。また、高速道路走行時の速度ごとに分割した全輸送中の上下振動における振動加速度は、どちらのサスペンションにおいても速度の変化による振動加速度の明確な相違は確認されなかった。

また、複合的な振動波形からなるランダム振動試験法の開発に向けて、実輸送時の振動測定の調査から得られた結果をもとに損傷性を考慮した加振波形（以下 PSD 波形）の設計方法について検討し、機械的損傷を受けやすい農産物であるイチゴを例として PSD 波形の設計手順を示した。PSD 波形の設計において、PSD データの単純平均値もしくはピーク値によって設計する従来の方法は損傷の再現の観点から適当でなく、損傷特性を考慮した方法が適切であると考えられた。また S-N 曲線を用いることで、試験時間を短縮した PSD 波形の作成が可能となった。本知見により、青果物の品質に最も大きな影響を及ぼす機械的損傷性を評価した輸送試験法が確立された。さらに試験法の高度化を図るためには、生理的損傷に基づく試験法の開発が望まれる。

生理的損傷を考慮した輸送試験法へと展開するための前段として、機械的損傷を伴わない程度の刺激に対する果実のストレス応答について検討した。緑熟トマト果実を用い、定量性のある結果を得るためのサンプル取得方法の検討ならびに、落下刺激に対する生理的損傷を呼吸とエチレン生成の上昇を指標として検討した。結果、定量的な試験を行うことが可能となり、5cm の落下処理では、落下の回数の増加に応じて、呼吸・エチレン生成速度の上昇割合も大きくなることが確認された。また、エチレン作用阻害剤である 1-メチルシクロプロペンにより処理した果実による落下試験の結果から、落下刺激による呼吸の上昇は、エチレンに依存しないことが明らかになった。更にエチレン生成に関与する遺伝子の mRNA の発現量を測定し、機械的刺激が生理的損傷に至る原因について解析を行った。その結果、機械的刺激により発現が促進すると報告されている遺伝子群の中で、細胞傷害に起因して発現する *LeACS2* の発現パターンが、落下処理後のエチレン生成パターンとほぼ一致した。従って、呼吸の上昇は、傷害を受けた細胞の修復反応によるものである可能性が示唆された。また、局所的に落下処理を施した果実で *LeACS2* の発現を調査した結果、その発現は落下刺激を受けた部位およびその近傍でのみ起こることが明らかになった。

審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、流通過程においてトラック輸送時に生じる青果物の損傷を効果的に防止する緩衝包装設計の基盤となる知見を報告した研究である。本研究では、実輸送環境を反映した振動による品質の変化を適正に評価した輸送試験法の確立を目的として研究を行った。青果物の品質に最も影響を及ぼす損傷は、機械的損傷である。そこでまず機械的損傷性を評価するための輸送試験法の確立を目的として研究を行った。さらに試験法の高度化を図るため、内部品質の劣化につながる生理的損傷機序の解明に向けた基礎的研究を行った。

本論文で提案された青果物輸送時の新たな振動試験法は、実輸送環境に基づく適正な緩衝包装設計のための振動試験法の規格化につながるとともに、輸送時における青果物ロスの低減に大きく寄与することが期待される。また、生理的損傷に関わる研究から得られた結果は、学術的に非常に価値のあるものであるとともに、品質の維持向上の要素も加えた外観と内部品質の両側面を考慮した総合的な振動試験法の確立につながるものと考えられ、青果物流通分野の進展に寄与する有用かつ貴重な研究成果であると判断する。

よって、著者は博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。