

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 27 年 6 月 3 日現在

機関番号：12601

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25660196

研究課題名(和文) 果実物性の流通環境依存性を考慮した緩衝包装設計の最適化指針の提案

研究課題名(英文) Proposal of optimization guidelines of the buffer packaging design considered the distribution environment dependence of fruit properties

研究代表者

安永 円理子 (Yasunaga, Eriko)

東京大学・農学生命科学研究科・准教授

研究者番号：00380543

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,100,000円

研究成果の概要(和文)：我が国における果実関連業界を取り巻く昨今の情勢を鑑みた場合、国際的な競争力や耐力を高める必要がある。そのためには、価格やコストに直結する「流通過程における品質保持技術の高度化」が不可欠である。本研究では、モモ果実を対象に、輸送過程において雰囲気環境とともに時々刻々と変化する機械的性質のモデル化に取り組んだ。また、品質保持技術に深く関わる緩衝包装特性について、数値解析に基づく一検討方法を提案した。

研究成果の概要(英文)：First, we have proposed the new method to evaluate damage of fruit during transportation, based on the field measurement, the laboratory experiment, and the numerical simulation. The proposed method is adopted the time- and temperature-dependent modeling of elasticity. We then conducted the parametric studies with respect to the effect of distribution time, temperature, varieties of peach, and stiffness of fruit cap on the energy absorption. The proposed method might enable us to optimize the property of the energy absorber packing, including the fruit cap and the corrugated box.

研究分野：ポストハーベスト工学

キーワード：品質保持技術 フードチェーン シミュレーション工学

### 1. 研究開始当初の背景

我が国における農産物関連業界を取巻く昨今の情勢を鑑みた場合、国際的な競争力や耐力をより高める必要がある。そのためには、生育・収穫技術のみならず、価格やコストに直結するフードチェーン（食品流通過程）における品質保持技術の高度化および自動化、並びに「消費者 食品事業者間のトレードオフ関係」の最適化が求められる。これらの課題解決のためには、農産物性を適切に反映し得る数理モデルを用い、系統的な数値解析を関連事業者レベルで主体的に行うことが有効となる。

### 2. 研究の目的

『果実物性の流通環境依存性を考慮した緩衝包装設計の最適化指針』の提案を目指して、フィールド調査・室内実験・数値解析からなる系統的な研究を展開する。まず、流通過程において、雰囲気（温度・湿度）環境とともに時々刻々と変化する果実の農産物性の測定手法と、これを反映した材料および形状モデリング技術の構築に挑戦する。最終的に、果実の緩衝包装設計技術の高度化、並びに流通過程における力学的環境および雰囲気環境の最適化などの検討に対して、関連事業者が主体的に取り組むための新基盤技術としての完成を目指す。

### 3. 研究の方法

本研究は、3つのフェーズから構成される。各フェーズの内容を以下に示す。

1) **フィールド調査**：岡山ならびに福島の桃園場から東京までの流通雰囲気および三軸加速度について、輸送環境計を用いて測定した。

2) **室内実験**：フィールド調査にて得られたデータを整理し、インキュベータを用いて温度環境を室内にて再現した。なお、本研究では、フィールド調査結果を踏まえ、5°C、25°Cという二段階の定温度条件を採用した。輸送中の各過程に対応した時刻に桃をインキュベータから取り出し、万能試験機と硬度計により速やかに果実物性を測定した。ここに、供試果実は東大生態調和農学機構で収穫された、“日川白鳳”、“あかつき”および“ネクタリン”である。得られた結果については、硬度、圧縮荷重—変位関係に加え、ヤング率の時系列変化としてまとめた。

3) **数値解析**：輸送中の各過程における桃とフルーツキャップのエネルギー吸収量を評価するための数値解析手法を提案する。数値解析では、機械的性質の時系列変化を反映した数理モデルを導入し、また桃とフルーツキャップからなる2自由度非線形バネモデルを採用した。入力条件としては、フィールド調査で得られた加速度による運動エネルギーを採用した。なお、桃・フルーツキャップともに粘性の影響は無視した。

### 4. 研究成果

初期値で無次元化したヤング率の時系列変化を図1に示す。また図には、経験式のフィッティング結果も併せて曲線で示している。図より、ヤング率は収穫直後に急速に軟化するが、時間経過とともに飽和している様子が確認できる。また、収穫時の熟度を反映して、実験結果には個体差の影響がみられるが、その影響はヤング率の低下とともに小さくなっている。

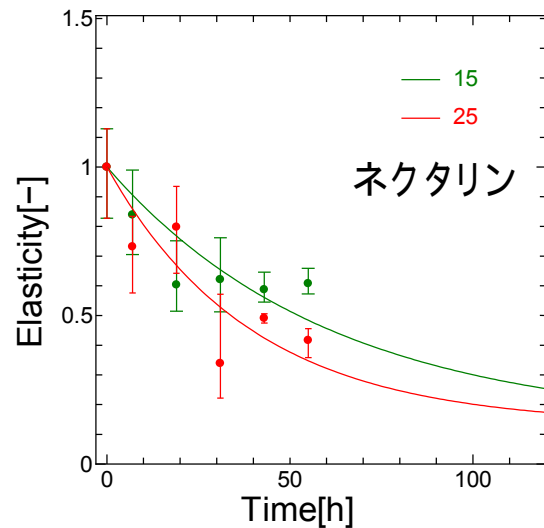
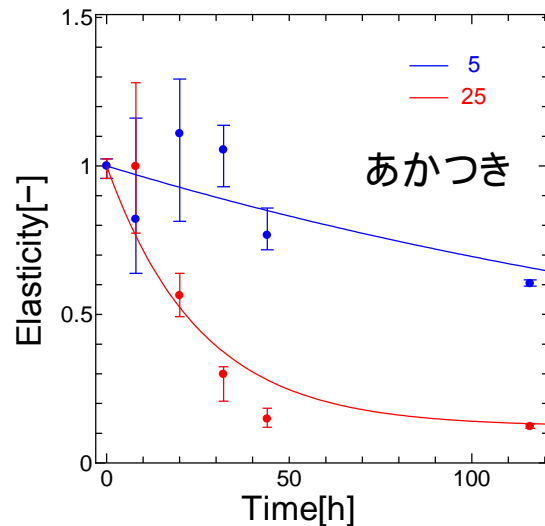


図1 無次元化したヤング率の時系列変化

図2に数値解析の一例を示す。図は、フィッティング結果を用いて、福島—東京間における各過程での加速度応答に対応した桃とフルーツキャップのエネルギー吸収量を評価したものである。このように、提案手法を用いることにより、輸送中の桃とフルーツキャップのエネルギー吸収割合や積算量を評価・検討し得る。

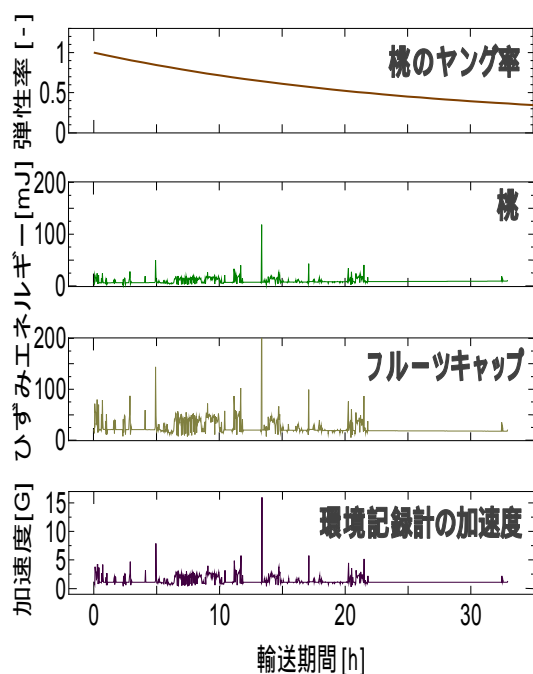


図2 数値解析の一例 (25, あかつき)

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

##### 〔雑誌論文〕(計3件)

Fukuda, S., Yasunaga, E., Nagle, M., Yuge, K., Sardud, V., Spreer, W., Müller, J. Modelling the relationship between peel colour and the quality of fresh mango fruit using Random Forests, Journal of Food Engineering, 査読有, 131: 7-17. 2014. <http://dx.doi.org/10/1016/j.jfoodeng.2014.01.007>

Yasunaga, E., Fukuda, S., Yuge, K., Sardud, V., Spreer, W., Wanwarang, P., “Comparison of postharvest quality changes of export mango fruit from different harvest sites in Thailand”, Acta Horticulturae, 査読有, 1006: 423-428. 2013.

Yasunaga, E., Fukuda, S., Yuge, K., Sardud, V., Spreer, W., Wanwarang, P., “Comparison of changes in post-harvest

quality deterioration of mango fruits between Thailand-Fukuoka and Okinawa-Fukuoka transportations”, Acta Horticulturae, 査読有, 989: 221-224.

2013.  
なし

##### 〔学会発表〕(計2件)

大野晃寛, 稲野辺知礼, 尾崎伸吾, 高田大輔, 安永円理子. 2014. 桃の機械的性質のモデル化とそれを考慮した緩衝包装特性の数値解析. 第73回農業食料工学会年次大会, 沖縄県中頭郡(琉球大学). 2014年5月16~19日

Yasunaga E., T.Uchino, S.Yoshida, F.Tanaka, K. Nakano, A model to predict the effects of gas concentrations, temperature and time of storage on quality deterioration of brocccoli(Brassica oleracea L.) florets, XI Intl. Controlled & Modified Atmosphere Research Conference, Trani, Italy, 2013.6.3-2013.6.7.

##### 〔図書〕(計1件)

農業情報学会編, 安永円理子ほか、スマート農業 農業・農村のイノベーションとサステナビリティ, 3-7 ポストハーベスト、農林統計出版、2014、399

##### 〔産業財産権〕

○出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
国内外の別：

○取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年月日：  
取得年月日：  
国内外の別：

〔その他〕  
ホームページ等

(1)研究代表者

安永 円理子 ( YASUNAGA, Eriko )  
東京大学・大学院農学生命科学研究科・  
准教授  
研究者番号：00380543

(2)研究分担者

尾崎 伸吾 ( OZAKI, Shingo )  
横浜国立大学・工学 ( 系 ) 研究科 ( 研究  
院 ) ・准教授  
研究者番号：20408727

高田 大輔 ( TAKATA, Daisuke )  
東京大学・大学院農学生命科学研究科・  
助教  
研究者番号：80456178