

|         |                        |      |             |
|---------|------------------------|------|-------------|
| 氏名(本国籍) | 中村 宣 貴 (静岡県)           |      |             |
| 学位の種類   | 博士(農学)                 |      |             |
| 学位記番号   | 農博乙第125号               |      |             |
| 学位授与年月日 | 平成20年3月13日             |      |             |
| 学位授与の要件 | 学位規則第3条第2項該当           |      |             |
| 学位論文題目  | 振動によるイチゴ果実の損傷に関する基礎的研究 |      |             |
| 審査委員会   | 主査                     | 岐阜大学 | 教授 前澤 重 禮   |
|         | 副査                     | 静岡大学 | 准教授 山 脇 和 樹 |
|         | 副査                     | 岐阜大学 | 教授 後藤 清 和   |
|         | 副査                     | 岐阜大学 | 准教授 中野 浩 平  |
|         | 副査                     | 信州大学 | 准教授 濱 渦 康 範 |

## 論 文 の 内 容 の 要 旨

青果物は、軟弱であるため物理的な損傷が発生しやすく、同時に生理代謝も変動するため、品質変化が極めて複雑である。振動・衝撃が青果物の品質および代謝変動に及ぼす影響に関する過去の報告では、現在の流通環境に直接適用するのは難しい。国内消費および輸出のために青果物の高品質流通を実現するためには、低温高湿度条件による品質保持に加えて、振動・衝撃による品質低下を防ぐための技術開発が必要である。

本論文では、軟弱な青果物の代表であるイチゴ果実を対象として、青果物の物流において発生が避けられない振動が、呼吸速度変動、微生物の挙動、損傷の発生に及ぼす影響に関する基礎的な研究を行った。また、振動が果実損傷に及ぼす影響を定量的に評価するための技術について検討を行った。

第一に、振動条件が呼吸速度変動に及ぼす影響について検討を行った。その結果、イチゴ果実は、加振中に呼吸速度が上昇し、加振停止後は速やかに加振前のレベルに戻ることに、および、損傷の程度に応じて再度呼吸速度が上昇することと加速度の大きいほど呼吸速度の増大割合が大きいことがわかった。すなわち、イチゴ果実の呼吸基質消耗抑制およびMA包装内のガス濃度制御のための環境条件として温度管理がより重要な要因であることが確認された。

第二に、振動条件がイチゴ果実の損傷および振動特性に及ぼす影響について検討した。その結果、振動周波数により損傷特性が異なることが示唆され、上下振動より水平振動で損傷が発生しやすいことが明らかとなった。

第三に、振動による損傷が、貯蔵中のイチゴ果実上の微生物増殖に及ぼす影響について検討した。一般生菌および大腸菌群は、10℃では加振区、対照区ともにほぼ一定であったが、25℃では、加振区で有意に生菌数が増加し、大腸菌群の生菌数ではその傾向がより顕著であった。E.coli O157:H7は、10℃では、加振処理区で対象区より有意に低かったが、25℃では有意な差は見られなかった。これらの結果から、振動による損傷により、10℃程度の低温に保管することで、微生物増殖を抑制できることが明らかとなった。

第四に、イチゴ果実の振動特性と損傷特性の関係について検討した。その結果、振動台加速度に対するイチゴ果実加速度の割合として示される加速度伝達率によって損傷をある

程度説明できることが明らかとなった。また、容器中央果実の加速度伝達率と損傷程度には高い相関関係が見られ、包装の緩衝性能の評価に、被包物の加速度伝達率を用いることが有効であることが示唆された。

以上の研究により、イチゴ果実の品質変動のうち、振動が呼吸速度、微生物の挙動、損傷程度に及ぼす影響に関する基礎的知見が得られ、この知見は、青果物の高品質流通を実現する上で有用な情報になると思われる。また、本研究で提案した加速度伝達率を用いる緩衝性能評価手法は、緩衝包装設計の大幅な簡略化ならびに必要最小限の包装で求められる品質を保持する包装の最適化に寄与するものと期待される。さらに、本手法の高度化と適用範囲の拡大により、今後ますます多様化すると予想される食品の流通において、高品質化と環境負荷の低減という観点からの物流の最適化が可能になるものと考えられる。

## 審 査 結 果 の 要 旨

青果物は、軟弱で物理的な損傷が発生し生理代謝も変動するため、品質変化が極めて複雑である。振動が青果物の品質および代謝変動に及ぼす影響を調べることは意義深い。

本論文では、軟弱な青果物の代表であるイチゴ果実を対象として、青果物の物流において発生が避けられない振動が、呼吸速度変動、微生物の挙動、損傷の発生に及ぼす影響に関する基礎的な研究を行った。また、振動が果実損傷に及ぼす影響を定量的に評価するための技術について検討を行った。

その結果、イチゴ果実の品質変動のうち、振動が呼吸速度、微生物の挙動、損傷程度に及ぼす影響に関する基礎的知見が得られ、この知見は、青果物の高品質流通を実現する上で有用な情報になると思われる。また、本研究で提案した加速度伝達率を用いる緩衝性能評価手法は、緩衝包装設計の大幅な簡略化ならびに必要最小限の包装で求められる品質を保持する包装の最適化に寄与するものと期待される。さらに、本手法の高度化と適用範囲の拡大により、今後ますます多様化すると予想される食品の流通において、高品質化と環境負荷の低減という観点からの物流の最適化が可能になるものと考えられる。

以上について、審査委員全員一致で本論文が岐阜大学大学院連合農学研究科の学位論文として十分価値あるものと認めた。

基礎となる学術論文

N.Nakamura, Y. Inatsu, S. Kawamoto, H. Okadome, K. Nakano, S. Maezawa, T. Shiina: Effect of vibration on the bacterial growth on strawberry fruits, J.

Food Agr. Envir. 5(1) 44-48. 2007

中村宣貴, 梅仁美, 岡留博司, 中野浩平, 前澤重禮, 椎名武夫: 振動周波数及び振動方向がイチゴ果実の損傷に及ぼす影響. 農業施設 38(2) 101-108, 2007

中村宣貴, 梅原仁美, 根井大介, 岡留博司, 石川豊, 中野浩平, 前澤重禮, 椎名武夫: 包装条件の違いがイチゴ果実の損傷に及ぼす影響. 農業施設 (印刷中)

既発表学術論文

- Y. Jiang, T. Shiina, N. Nakamura, A. Nakahara : Electrical conductivity evaluation of postharvest strawberry damage. *J. Food Science*, 66 (9) 1392 – 1395, 2001
- 中野浩平, 中村宣貴, 椎名武夫, 前澤重禮 : 修正ガス環境下におけるエダマメの呼吸速度予測モデル. *農業機械学会誌* 63 (6) 73 -78, 2001
- 中村宣貴, D. V. S. Rao, 椎名武夫, 名和義彦 : CAガス環境下における樹上完熟マンゴーの呼吸特性. *日本食品保蔵科学会誌* 28 (3) 111-117, 2002.
- 中野浩平, 中村宣貴, 椎名武夫, 前澤重禮 : 酸素濃度の急減に伴うエダマメおよびミニトマトの呼吸活性とエチレン生成の応答性. *園芸学会雑誌* 71 (5) 710 -715 2002.
- M. Kitagawa, H. Ito, T. Shiina, N. Nakamura, T. Inakuma, T. Kasumi, Y. Ishiguro, K. Yabe, Y. Ito : Characterization of tomato fruit ripening and analysis of gene expression in F<sub>1</sub> hybrid of the *ripening inhibitor (rin)* mutant : *Physiologia Plantarum* 123 (3) 331-338, 2005
- M. Kitagawa, N. Nakamura, H. Usuda, T. Shiina, H. Ito, J. Yasuda, T. Inakuma, Y. Ishiguro, T. Kasumi, and Y. Ito : Ethylene biosynthesis regulation in tomato fruit from the F<sub>1</sub> hybrid of the *ripening inhibitor (rin)* mutant : *Bioscience Biotechnology and Biochemistry* 70 (7) 1769 – 1772, 2006
- 北澤裕明, 石川豊, 中村宣貴, 椎名武夫 : イチゴ輸送中の損傷を防止する新たな包装形態. *日本食品保蔵科学会誌* 34 (1) 2008 (印刷中)
- P. Roy, D. Nei, H. Okadome, N. Nakamura, T. Orikasa, T. Shiina : Life cycle inventory analysis of fresh tomato distribution systems in Japan considering the quality aspect. *Journal of Food Engineering* (印刷中)

