

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名 池田 浩暢

題 目 ブロッコリー流通時の鮮度保持に関する基礎的研究  
(Fundamental studies on the quality stability of broccoli during distribution)

福岡県は大消費地である京浜・阪神地区から遠隔地にあり、近郊産地に比べ野菜流通時の品質保持の点で不利な条件にある。このため、産地間競争を勝ち抜くためには、県内産の野菜について流通時の品質低下をより軽減できる鮮度保持技術が求められている。そこで本研究では、ブロッコリーを試料として流通時の品質保持に関する基礎的知見を得るために、収穫時期、MA包装条件、出荷容器、輸送振動および保持姿勢等の環境要因が品質に及ぼす影響について追究した。本研究結果の概要は以下の通りである。

① 秋、冬、春期に収穫したブロッコリーについて、収穫時期と品質保持との関連について調べた。呼吸速度と品温との間には、二次関数的な相関がみられ、同じ品温では冬期収穫のものが高く、秋期が低くなった。糖含量は、冬期収穫物が秋期や春期に比べて約 2 倍高くなった。また、鮮度保持期間は、貯蔵温度にかかわらず秋期収穫物が最も短く、冬期収穫物が最も長くなった。

② MA包装条件と品質保持との関連について検討した。15℃において酸素濃度が低い条件 (8.7%~4.1%) では、呼吸速度及びアスコルビン酸含量など成分含量の減少は抑制され、貯蔵 8 日後まで花蕾の黄化など外観品質の低下は認められなかった。これらの結果からブロッコリーに適したMA包装条件は、酸素と二酸化炭素の組成比で 4.1% : 17.5% から 8.7% : 12.8%であった。

③ 既存の段ボール容器や機能性段ボール容器に比べて、気密性を高めた出荷容器を開発した。この容器でブロッコリーを包装すると、容器内の酸素および二酸化炭素濃度はそれぞれ 10~12%、9~12%となり、ブロッコリーに適したMA包装条件には達しなかったが、既存の容器に比べて、鮮度保持期間を 2~4 日延長できた。ポリエチレンフィルム袋を内装した段ボール容器ではブロッコリーに適したガス条件が得られたが、出荷容器に縦詰めする際に作業性が低下した。

④ 福岡県粕屋町から福岡市中央卸売市場までトラック輸送中の輸送振動は 0.5~1.5 Gであったが、道路状況が悪い部分では瞬間的に 2 Gを越えた。記録された振動を実験室で再現し、10 時間振動中のブロッコリーの品質変化等に及ぼす影響を測定した。縦詰めブロッコリーの呼吸速度は、実験開始後約 20 分間は上昇したがその後は一定で、振動停止後は約 1 時間で振動開始前の呼吸速度に低下した。また、輸送振動が成分含量や鮮度に及ぼす影響は認められなかった。また、横詰めした場合でも、輸送振動がブロッコリーの呼吸速度、成分含量および鮮度に及ぼす影響はほとんどなく、保持姿勢がブロッコリーの呼吸速度や鮮度に及ぼす影響は認められなかった。さらに、福岡県北野町から大阪市までトラック輸送した場合もブロッコリーの呼吸速度、アスコルビン酸含量等の品質変化、鮮度に及ぼす振動の影響は認められなかった。

## 学 位 論 文 要 旨

氏 名

Hironobu IKEDA

題 目

Fundamental studies on the quality stability of broccoli during distribution  
(ブロッコリー流通時の鮮度保持に関する基礎的研究)

Fukuoka prefecture is located in a remote place from Keihin and the Hanshin areas which has such large consumer cities as Tokyo and Osaka, and has a disadvantage for holding the quality of such vegetable as broccoli during distribution. It is necessary that the technology which holds quality of the vegetable under transportation from Fukuoka to Tokyo and Osaka. In this study, in order to acquire the fundamental knowledge about quality stability of broccoli during distribution, it investigates into the post-harvest environmental factors on the broccoli qualities. A summary of this research is as follows.

1. At the same body temperature of broccoli from 0 to 40 C, broccoli harvested in winter showed higher respiration rate than that harvested in autumn. However, at room temperature (15 C), broccoli harvested in autumn showed higher respiration rate than that harvested in winter. Total sugar contents of the broccoli harvested in winter were two times higher than that of the broccoli harvested in autumn and in spring. The broccoli harvested in winter indicated much more quality stability than that of other seasons.

2. The quality stability of broccoli investigated at various moderate atmosphere (MA) conditions. The quality of broccoli was kept successfully in the atmosphere compositions of 8.7% oxygen and 12.8% carbon dioxide to 4.1% oxygen and 17.5% carbon dioxide respectively, while avoiding physiological injury.

3. A new type cardboard shipping container, which had higher gas barrier than that of the commercial functional container, was improved. The concentrations of CO<sub>2</sub> and O<sub>2</sub> in the improved container were 9-11% and 10-12%, respectively. The shelf life of broccoli stored in the new type container put off 2 to 3 days compared with that of in the commercial functional container. The level of MA conditions in the cardboard shipping container lining polyethylene were more better for broccoli than that in the improved container, however, the efficiency of work using the cardboard shipping container lining polyethylene were lower than that using the improved container.

4. The vibrating acceleration of broccoli transported from Kasuya town to Fukuoka city by track was recorded. The 0.5-1.5G of vibrating acceleration was observed on the ordinary roads, while more than 2G obtained occasionally, depending on road condition. The respiration rate gradually increased for the first 20 min and then remained constant during the recorded vibration. After the vibration, the respiration rate of the broccoli decreased to the initial level within 1 hr. Practical and simulated vibration did not affect counts of total soluble sugar, ascorbic acid and chlorophyll, stem firmness and freshness of broccoli.

The holding position of broccoli in the container and transport vibration have no effects on the level of respiration rate and the several broccoli qualities, during the track transportation from Kitano town, Fukuoka prefecture to Osaka city.

学位論文審査結果の要旨	
学位申請者 氏名	池田 浩暢
審査委員	主査 佐賀 大学 教授 藤 田 修 二
	副査 琉球 大学 教授 秋 永 孝 義
	副査 鹿児島大学 教授 守 田 和 夫
	副査 佐賀 大学 教授 内 田 進
	副査 佐賀 大学 准教授 田 中 宗 浩
審査協力者	中村学園 大学 教授 太 田 英 明
題 目	ブロッコリー流通時の鮮度保持に関する基礎的研究 (Fundamental studies on the quality stability of broccoli during distribution)
<p>福岡県では温暖な気候を利用して葉ネギ、イチゴ、ブロッコリー等の野菜が生産され、京阪神等の大消費地に供給されている。しかし、京浜・阪神地区から遠隔地にあることから、産物の輸送に時間を要し、近郊産地に比べ野菜流通時の品質保持の点で不利である。このため、産地間競争を勝ち抜くためには、福岡県産の野菜について流通時の品質低下をより軽減できる鮮度保持技術が求められているが、ブロッコリーの流通時の品質保持に関する知見は少ない。本研究は、ブロッコリー流通時の品質保持に関する基礎的知見を得るために、収穫時期、MA 包装条件、出荷容器、輸送振動および保持姿勢等の環境要因がブロッコリーの品質に及ぼす影響等について追究したものである。</p> <p>① 秋、冬、春期に収穫したブロッコリーについて、収穫時期と品質保持との関連について調べた結果、呼吸速度と品温との間には、二次関数的な相関がみられ、同じ品温では冬期収穫のものが高く、秋期が低くなった。糖含量は、冬期収穫物が秋期や春期に比べて約2倍高くなった。また、鮮度保持期間は、貯蔵温度にかかわらず秋期収穫物が最も短く、冬期収穫物が最も長くなった。</p> <p>② MA 包装条件と品質保持との関連について検討した。15℃において酸素濃度が低い条件(8.7%~4.1%)では、呼吸速度及びアスコルビン酸含量など成分含量の減少は抑制され、貯蔵8日後まで花蕾の黄化など外観品質の低下は認められなかった。</p>	

これらの結果からブロッコリーに適した MA 包装条件は、酸素と二酸化炭素の組成比で 4.1% : 17.5% から 8.7% : 12.8% であることが明らかとなった。

③ 既存の段ボール容器や機能性段ボール容器に比べて、気密性を高めた出荷容器を開発し、その鮮度保持効果について検討した。この容器でブロッコリーを包装すると、容器内の酸素および二酸化炭素濃度はそれぞれ 10~12%、9~12% となり、ブロッコリーに好適の MA 包装条件には達しなかったものの、既存の容器に比べて、2~4 日の鮮度保持期間の延長が可能であった。一方、ポリエチレンフィルム袋を内装した段ボール容器ではブロッコリーに好適の MA ガス条件が得られたが、出荷容器に縦詰めする際の作業性が低下することが明らかとなった。

④ 福岡県粕屋町から福岡市中央卸売市場までトラック輸送中の輸送振動は 0.5~1.5G であったが、道路状況が悪い部分では瞬間的に 2G を越えることが明らかとなった。記録された振動を実験室で再現し、2 時間振動中のブロッコリーの品質変化等に及ぼす振動処理の影響を測定した。まず、輸送容器に縦詰めした場合、ブロッコリーの呼吸速度は振動開始後、約 20 分間は上昇したがその後は一定で、振動停止後は約 1 時間で振動開始前の呼吸速度に低下した。また、輸送振動がブロッコリーの成分含量や鮮度に及ぼす影響はほとんど認められなかった。一方、横詰めした場合でも、輸送振動がブロッコリーの呼吸速度、成分含量および鮮度に及ぼす影響はほとんどなかったことから、箱詰め時の保持姿勢がブロッコリーの呼吸速度や鮮度に及ぼす影響は無かった。さらに、福岡県北野町から大阪市までトラック輸送した場合もブロッコリーの呼吸速度、ビタミン C 含量等の品質変化、鮮度に及ぼす振動の影響は認められなかった。これらの結果はこれまでブロッコリーの箱詰め作業に要していた時間等を節約でき、その作業性の効率化に多大な寄与をするものである。

以上のように、本研究においてはブロッコリー輸送時の品質に及ぼす振動、MA 包装条件等の影響を明らかにし、箱詰め作業等の作業性の向上を図るとともに、品質保持効果の高い新しい輸送容器を開発し、その有用性を明らかにしている。本研究の結果はブロッコリー輸送に関する重要な基礎的知見を提供するとともに、開発された輸送容器が今後のブロッコリーの輸送に使用されることにより、経済効果も高いと考えられることから、審査員一同、本論文が博士（農学）の学位論文として十分価値があるものと判定した。

## 学力確認結果の要旨

学位申請者 氏 名	池田 浩暢
審査委員	主査 佐賀 大学 教授 藤 田 修 二
	副査 琉球 大学 教授 秋 永 孝 義
	副査 鹿児島大学 教授 守 田 和 夫
	副査 佐賀 大学 教授 内 田 進
	副査 佐賀 大学 准教授 田 中 宗 浩
審査協力者	中村学園大学 教授 太 田 英 明
実施年月日	平成19年 8月 9日
試験方法（該当のものを○で囲むこと。）	
<input type="radio"/> 口答 <input checked="" type="radio"/> 筆答	
<p>主査及び副査は、平成19年8月9日の公開審査会において、学位申請者に対して学位申請論文の内容について説明を求め、関連事項について試問を行った。また、筆答により外国語（英語）の学力を確認した。具体的には別紙のような質疑応答がなされ、いずれも満足できる回答を得ることが出来た。</p> <p>以上の結果から、審査委員会は申請者が大学院博士課程修了者と同等以上の学力ならびに識見を有するものと認め、博士（農学）の学位を与えるに十分な資格を有するものと認めた。</p>	

学位申請者 氏名	池田 浩暢
<p>〔質問1〕ブロッコリーの鮮度をどのように考えるのか。水分含量は鮮度に関与しないのか。</p> <p>〔回答1〕ブロッコリーは蒸散作用の激しい部類の野菜であり、水分含量も鮮度の重要なファクターである。特に水分含量の変化はブロッコリーの場合、茎の硬度として現れ、5%以上の水分減少がみられると茎硬度が減少する。</p> <p>その他、ナスの場合は表面の光沢等が重視されるが、ブロッコリーの場合、花雷のつまり具合や色（緑色の保持）が鮮度保持の指標として重要である。</p> <p>〔質問2〕収穫期の温度条件は異なっているが、収穫期の異なるブロッコリーの呼吸量と温度との関係について、どのような条件下で呼吸量を測定したのか。</p> <p>〔回答2〕収穫後、一晩かけて所定の温度（15℃）に到達させ、温度安定化後を0日として測定を開始した。一方、貯蔵試験や輸送試験の場合は収穫日を0日として実験を行った。</p> <p>〔質問3〕ブロッコリーの栽培から収穫までの積算温度と呼吸量との関係はあるのか。</p> <p>〔回答3〕関係はあると思われるが、今回は検討していないので、今後の検討課題である。</p> <p>〔質問4〕収穫期ごとに輸送・貯蔵適温が異なるのでは。</p> <p>〔回答4〕日本の場合、輸送中の温度管理の徹底により、その温度はほぼ一定に推移している。</p> <p>〔質問5〕処理温度を15℃とした理由は。春期と冬期に収穫した場合は気温のまま流通させた方がよいのでは。</p> <p>〔回答5〕特に冬期は流通温度が低いことから、気温のまま流通させた方がよいと考えられるが、逆に、冬期の方が鮮度低下に関する流通業者からのクレームが多い。多分スーパーマーケットなどではバラ積みで販売されており、暖房による温度変化が影響しているのではと考えられる。流通時の実測温度が15℃と考えられるのでこの温度を採用した。</p> <p>〔質問6〕温度以外に湿度は影響しないのか。</p> <p>〔回答6〕ブロッコリーの花雷は水分含量が極めて高いものの15℃で流通させた場合、輸送容器内の結露等による鮮度低下はほとんど認められない。</p> <p>〔質問7〕アメリカではもっと低い温度で流通させ、2ヶ月間の鮮度保持が可能となっている。従って、本実験の場合ももっと低い温度で流通させる方がよいと考えられるが、低温の影響について実験したのか。</p> <p>〔回答7〕本研究では示さなかったが、-2℃まで貯蔵実験を行った。この場合は2ヶ月間鮮度保持可能であった。アメリカの場合は移動式の真空予冷装置を用いて収穫後すぐに予冷することが可能であることから、より低い温度で流通されている。アメリカスタイルの流通方</p>	

法がベターではあるが、日本の場合、法律的に移動式真空予冷装置を使用するのは不可能であり、また、慣例的に 15℃で流通されており、これ以上の低温流通は現時点では実用的で無いと考えられる。

〔質問 8〕ブロッコリーの鮮度保持には当然糖含量が高い方が有利だと考えられるが、品種の選択はやられているのか。

〔回答 8〕福岡県では糖含量の高い品種等の育種はやられていない。当然育種の必要はあると考えられる。

〔質問 9〕呼吸量等のデータは収穫日を基準としてとった方がよいのでは。

〔回答 9〕アメリカの場合、収穫直後に真空予冷が可能であることから、データをとることが可能であるが、日本の場合は前述のように法律の関係もあり、現状では不可能であると考えられる。

〔質問 10〕一箱 9 個詰めしているが、その理由は。

〔回答 10〕以前は縦詰めの方がエチレン発生量等が少ないと考えられており、縦詰めの場合 300g 程度のものを 9 個 (3kg) 単位で出荷していた。しかし、縦詰めの場合は作業性がきわめて悪く、本研究の結果、横詰めが可能になったことから、現在では 250g 程度のものを 20 玉 (5kg) 単位で出荷されている。

〔質問 11〕ポリエチレンで個装した後に箱詰めした方が、選果・箱詰めの自動化を考えた場合、有利なのは。

〔回答 11〕確かにその方がよいと考えられるが、現在収穫が手作業であること、流通業者の慣行等があり、現状では困難である。これらの自動化は将来的な課題である。

〔質問 12〕温度と呼吸に関して、圃場での生育条件等の温度履歴を測定した方がその後の貯蔵条件設定に有利となるのでは。

〔回答 12〕本実験では行っていないが、その通りだと考える。

〔質問 13〕振動条件を解析するのに G を用いているが、周波数で解析した方がよいのでは。

〔回答 13〕振動の解析は複雑で、トラック輸送の場合、前輪、後輪のサスペンションの相違でも異なる。従って、周波数で解析することも考えられ、今後検討したい。