

論 文

振動および貯蔵温度がナシ果実の品質に及ぼす影響

劉 蛟 艶*・小島孝之*・田中宗浩*・多々良 泉**

* 佐賀大学農学部, 〒840 佐賀市本庄町1番地
** 佐賀県農業試験研究センター, 〒840-22 佐賀県

要 旨

佐賀県伊万里市産のニホンナシ(豊水)を用いて、振動および貯蔵実験を行った。輸送振動の有無および貯蔵温度の違いが、その後の貯蔵中のナシ果実の物理的特性および糖度、酸度などの品質に与える影響を調査した。

果実への輸送振動は佐賀から大阪までの高速道路を走行輸送中のトラック荷台の振動状態を実測記録し、これを実験室内で再現する方法で与えた。加振後、温度0℃および10℃、湿度90%で貯蔵した。

貯蔵温度の高さおよび貯蔵期間の長さが日減り率を大きくし、硬度、含水率および糖度、酸度を低下させるが、振動を受けた場合、さらにこれらが加速された。果皮色は、明度値が低くなるが、赤色度値は高く、色相値も増大した。ナシ果実に与えた貯蔵期間および振動の有無などの非破壊判別が近赤外分光法を用いた判別分析で可能であることを示した。

キーワード：ニホンナシ、振動、貯蔵、近赤外分光法、判別分析

I 緒 言

ナシ属にはニホンナシ、チュウゴクナシ、セイヨウナシの3種がある。これらは性状が大きく異なるために全く別途な取り扱いがなされる。英語の pear はセイヨウナシを指し、ニホンナシは Japanese pear、チュウゴクナシは Chinese pear と称されている。

ニホンナシの品種は早生品種から晩生品種に分化しており、それらの熟期は7月下旬から11月上旬に及ぶ。ニホンナシは外観から青ナシと赤ナシに区分されたこともある。果皮色が茶色のものを赤ナシといい、新水、幸水、豊水、長十郎、新興、新高などがこれにあたる。一方、果皮色が緑色がかった品種群を青ナシといい、二十世紀、雲井、菊水、秀玉などがこれに入る。ニホンナシの産地は日本全国に及んでいる(伊藤ら, 1991)。

ニホンナシの果皮は薄いものが多く、しかも弾力性に乏しいので、選果、輸送および貯蔵条件など流過程に

おける振動、衝撃により、損傷を生じやすい産物の一つである。

近年の研究において、果実に振動を与える実験法は、果実をたたいて振動を与える衝撃振動試験、一定の周波数幅内で正弦波を掃引しながら振動をあたえる掃引振動試験(小島ら, 1976, '78, '79, '80)、一度に一定の周波数帯を含んだ振動を与えるランダム振動試験の3つに大きく分類することができる(宮本ら, 1989)。また、ナシの輸送中の損傷については D. C. Slaughterら(1993)の報告例があるが、内部品質には言及していない。

衝撃振動法を用いた研究では、Yamamotoら(1980, 81)、西村ら(1981)、中馬ら(1977)や志賀ら(1978)によりそれぞれの試験法を別々に行っており、また、ナシの衝撃振動研究では、塚本(1981)がナシを落下させ、相対する赤道2カ所に衝撃を与えるなど、損傷を生じさせない選果機の開発ならびに適正な緩衝包装や輸送、貯蔵方法の開発などを目的とした研究が多くなされてきた。同様な

実験はミカンについて小島(1974)が行っており、山下ら(1979)は選果過程の損傷防止を目的として行っている。しかし、実際の輸送振動中の振動データを利用して実験室内で農産物の振動および貯蔵実験を行い、農産物の品質変化について調査した例は少ない。

果実の鮮度、品質変化に影響する環境要因の中では温度の影響がもっとも大きく、温度を下げることによって生じる効果は非常に大きい。ニホンナシを貯蔵した場合、貯蔵条件によって果皮の萎凋、着色の進行、果肉褐変、す入り、心部褐変、果肉の軟化に伴うクリスピー性の低下など、貯蔵果実は外観に異常が見られなくても内部に褐変が発生することが多く、ニホンナシにとって大きな問題となる(伊庭ら, 1993)。

本研究では、佐賀から大阪までの高速道路を輸送走行中のトラック荷台の振動を実測し、その振動を実測値に基づいて実験室内で再現することにより、ナシ果実に輸送振動を与えた。果実に振動を与えたのち、貯蔵し、貯蔵中の品質変化を調べた。さらに、ナシ果実の貯蔵期間および振動の影響を近赤外分光法で判別できるかどうかを検討した。

II. 材料および方法

1. 供試材料

供試したニホンナシ(*Pyrus serotina var. culta*)は、佐賀県伊万里市で露地栽培されたもので、品種は豊水‘Housui’である。収穫日は1996年の9月5日、9月9日の2回である。果実の採取は同一の圃場内で、樹木や位置を限定せずに着色がほぼ同じ果実を無作為に採取した。果樹園から採取した果実は、その日にレーザー式選果機で選別し、段ボール箱に詰め、研究室に持ち帰った。果実数は112個、等級は秀、大きさは2Lである。Table 1は供試したナシ果実の物理的特性を示す。

2. 実験方法

2.1 試験区の設定

研究室に持ち帰ったナシ果実に番号を付け、重量を測った後、設定した試験区に区分した。試験区には振動貯蔵区(以下振動区)および無振動貯蔵区(以下無振動区)を設けた。貯蔵温度は0℃、10℃とした。9月5日に採取した7箱(1箱16個詰め)のナシ果実は初期値測定用の1箱を除いて、残りの6箱を振動区および無振動区に3箱づつ分けた。初期値測定用の果実は25℃の室温で一晩静置して、近赤外スペクトルを取り、各測定項目について測定した。

無振動区のナシ果実は、室温15℃の恒温室内に設置したインキュベータを貯蔵庫として利用し、インキュベータ温度を0℃および10℃、湿度は90%RHに設定して貯蔵した。

振動区は模擬輸送振動を与えたのち無振動区と同じ条件で貯蔵した。振動チャンバー内のナシ果実の冷却速度を実測すると、ナシ果実の品温が設定温度になるまでに約12時間を要した(Fig.1)。従って、果実は無振動貯蔵区と同じ温・湿度条件に設定した振動チャンバー内に12時間静置した後に0℃および10℃の2通りの温度で振動処理し、その後も同じ温度で貯蔵を続けた。

果実への加振はデジタル振動制御装置(アカシ製, 9710)で制御した動電型振動発生装置(アカシ製, EDE・45)により佐賀から大阪までの高速道路の輸送状態を実測値に基づいて上下方向の振動を再現して与えた。使用したトラックは低温輸送車で総量が7.5t、積載重量は5.5tであった。振動計測および記録には、加速度型ピックアップ(アカシ製, V301SB)、アンプ(アカシ製, TELEVBROMETER AVZ-75E)およびPCMデータレコーダ(ティアック製, RD-180T)を使用した。振動計測位置は荷台前部の上段および後部床と積み荷上段である。佐賀から大阪までの輸送時間は約12時間であった。記録したデータから解析すると、その振動周波数範囲は0から2000Hzであるが、メイン周波数は10~30Hzにあり、加速度は0.2から0.5Gの範囲内であった。実験室では、計測した後部荷台の振動を加振機の架台で再現して果実に与えた。第2回目の振動実験においても同じような手順で行い、貯蔵温度を10℃とした。貯蔵中のナシの品質測定は、貯蔵開始後の3日目、14日目および28日目に行った。

2.2 測定項目および方法

測定項目は、重量、目減り率、含水率、果皮色、糖度、滴定酸度、力学的性質および同果実の近赤外スペクトルである。近赤外スペクトルは近赤外分光分析装置(プランルーベ社製, インフラライザー500)により測定した。このスペクトルは貯蔵期間および振動有無の判別を目的として解析した。

- (1) 重量および目減り率：貯蔵前および調査時の果実の重量を測り、目減り率を算出した。
- (2) 含水率：果肉を細断し、初期重量を測定後、恒温乾燥器により50℃で1週間乾燥した。初期重量と乾燥後の重量の差から含水率を求めた。
- (3) 糖度：果皮から約5mm深さまで果肉を擦り下ろし、果肉の繊維が混入しないように茶パックで濾過し

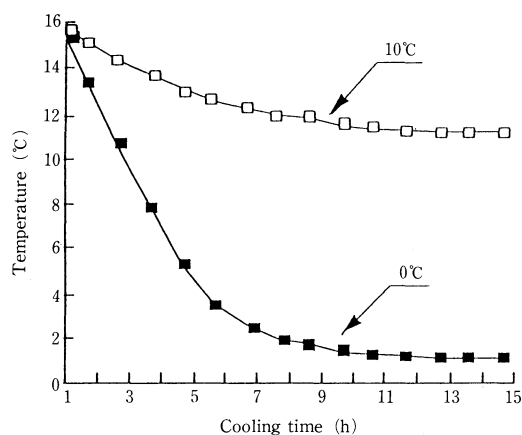


Fig. 1 Cooling curves of Japanese pears in the chamber under different temperature

た果汁をデジタル糖度計（アタゴ社製PR-1型）で測定した。

- (4) 滴定酸度：果心部付近の果肉を擦り下ろして濾過した果汁の滴定酸度を求めた。滴定酸度は果汁4mlを蒸留水で10mlに定容し、フェノールフタリンを指示薬として0.1N水酸化ナトリウム溶液による中和滴定によりリンゴ酸(%)として測定した。
- (5) 力学的性質：力学的性質の測定には、万能引張試験機（東洋ボールドイン製、テンシロンUTM-4L）を用い、プランジャ貫入法および平板圧縮法を応用した。貫入法からは円平面の先端をもつ直径6mmの鋼製プランジャによる貫入強度(kg_f)を、平板圧縮試験からは一回繰り返しヒステリシス曲線の一回目の外力-変形直線の勾配から果実の硬度(kg_f/cm)と、一定外力(2kg_f)で平板の圧縮変形を止めた状態からその1分後の反力緩和率（小島, 1983）を求めた。
- (6) 果皮色：分光測色計（ミノルタ製、CM-508）で赤道部の裏表各3ヶ所、計6ヶ所の健全な表皮部を測定し、平均した。果皮色はL*, a*, b*値および色相a*/b*値で表した。（田尻ら, 1995, 薛彦斌ら1996）。
- (7) 近赤外スペクトル：果実は測定直前まで25°Cの恒温水槽にフィルムを張り、この上に果実を置いて品温を調整し、品温が25°C一定になったことを針状サーミスター温度計で確認して供試した。果実は赤道部の2ヶ所を測定部位として選定し、果実測定用暗箱内で拡散反射スペクトルを測定した。スペクトル測定後、同測定部位の表面から5mmの深さまで果肉を擦り下ろし

Table 1 The physical characteristics of the tested Japanese pear 'HOUSUI' cultivated in Imari of Saga prefecture (1996)

Harvest date	5 th of Sep.	9 th of Sep.
Long diameter (mm)	89.90 ± 1.96	89.37 ± 1.59
Short diameter (mm)	87.11 ± 1.30	86.48 ± 1.80
Weight (g)	348.8 ± 23.6	337.9 ± 20.6
L*	56.42 ± 1.31	57.18 ± 1.52
a*	5.18 ± 0.54	6.77 ± 0.61
b*	34.68 ± 1.04	34.93 ± 1.12

て、その果汁を濾過して試料とした。この果汁に対してはアルミニウム製液体試料用セルを用いて透過反射法により測定した（恩田ら, 1996）。セル内液層の厚みは0.1mmである。

近赤外スペクトルの走査範囲は1100~2500nm、精度は2nmとした。

- (8) 貯蔵期間および輸送振動の有無の判別：完全果の果実と果汁についての近赤外スペクトルに基づき、それぞれについて判別分析を行った。判別分析は、原スペクトルおよび2次微分スペクトルそれぞれの吸光度を説明変数、貯蔵期間および振動の有無を目的変数として行った。作成した検量線に評価用試料の吸光度を当てはめ、検量線の精度評価を行った。

検量線の精度は、
 判別率 = (正しく判別された試料数/全試料数) × 100 (%)
 で表示した。

III. 実験結果と考察

1. 振動および貯蔵温度の品質への影響

1) 果実硬度の変化

0°C貯蔵区のナシ果実は貯蔵期間を通して外観上も傷が無く、すべて食味良好であった。10°C貯蔵区は貯蔵14日目までは健全であったが、貯蔵28日目にはいくつかの果実で傷が顕著に現れ、果肉も柔らかくなり、ほとんどが食味不良となった。

Fig. 2は平板圧縮試験により求めた果実の硬度である。貯蔵28日目の果実がかなり軟化したことおよび振動の有無、貯蔵温度および貯蔵期間により果実硬度にかなり差異が生じたことが判った。例えば、0°Cで貯蔵28日目のナシの硬度は無振動区で1.92kg_f/cm、振動区で1.73kg_f/cmと無振動区より振動区の軟化が大であった。

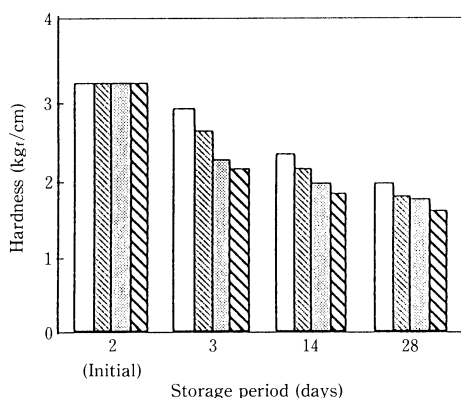


Fig. 2 Changes in hardness of Japanese pears during the storage under different temperature after vibration test.

□, ▨ : Storage, vibration+storage at 0°C
 ▩, ▧ : Storage, vibration+storage at 10°C

10°C, 28日間貯蔵のナシの硬度は無振動区および振動区でそれぞれ1.7kgf/cmおよび1.56kgf/cmとなり、その差はさらに大きくなった。

2) 含水率と目減り率

Fig. 3はナシ果実の目減り率および含水率の変化を示したものである。貯蔵温度0°Cでの貯蔵期間3日目、14日目および28日目におけるそれぞれの目減り率は、 0.31 ± 0.05 , 1.83 ± 0.3 , $2.9 \pm 0.4\%$ となり、12時間の振動を与えた場合の目減り率はそれぞれ 0.42 ± 0.07 , 2.65 ± 0.11 , $3.95 \pm 0.34\%$ となった。振動を与えると果実の重量減少が大となった。10°Cで同じ期間貯蔵

した場合の目減り率は、それぞれ 0.66 ± 0.06 , 2.99 ± 0.1 , $4.53 \pm 0.51\%$ で、貯蔵温度が高いと目減り率も増大した。また、振動を与えて貯蔵した場合はその目減り率がさらに大きくなり、10°C貯蔵区でそれぞれ 1.18 ± 0.08 , 3.87 ± 0.3 , $5.55 \pm 0.29\%$ となり、温度が高くなると目減り率が大きくなるとともに、振動の影響もより明確になった。貯蔵中の含水率変化は、目減り率と同じような傾向が見られた。貯蔵温度が高く、期間が長くなるに従い、含水率が減少した。さらに、振動は貯蔵中の含水率低下傾向をより一層強めていることが判った。これは、振動により表皮が損傷を受けていること、表皮内側のコルク層形成が十分でなかったこと等が原因とも考えられるが、検証が必要である。

3) 果皮の色の変化

Fig. 4に果皮の色の変化を示した。外観の変化は肉眼では明瞭に識別できなかったが、図示したようにL* (明度), a* (赤色度), b* (黄色度)の値の変化においてL*値は全体的に低下傾向で、振動区の低下がさらに大きくなることが判明した。一方、a*値は全体的に増大し、無振動区の場合が振動区より急激で、いずれも変化が大きくなる傾向がみられた。b*値については変化が認められなかった。このようなa*およびb*値の変化を総合して、色相変化の指標として用いられているa*/b*値で示すと、貯蔵期間が長くなるにもなって、a*/b*値の増加の程度が大きくなり、とくに無振動区においてこの傾向が大きくなった。すなわち果皮色の変化は経時的に明度L*は低下し、赤色度a*が増加するが、黄色度b*は明瞭な変化がなかった。赤ナシの赤味の進行は表皮のクチクラ層の下にコルク層を形成していくためと考

Table 2 Changes in sugar content and acidity of Japanese pears during storage

Temperature	Brix (%)			
	0 °C		10 °C	
Storage days	Storage	Vibration+storage	Storage	Vibration+storage
Initial	12.57 ± 0.62	12.57 ± 0.62	12.57 ± 0.62	12.57 ± 0.62
3	12.10 ± 0.47	11.84 ± 0.88	12.04 ± 0.76	12.01 ± 0.84
14	12.17 ± 0.57	12.19 ± 0.40	12.41 ± 0.73	12.04 ± 0.84
28	12.06 ± 0.60	11.95 ± 0.50	12.07 ± 0.84	11.95 ± 0.91
				Acid (%)
Initial	0.24 ± 0.06	0.24 ± 0.06	0.24 ± 0.06	0.24 ± 0.06
3	0.22 ± 0.03	0.21 ± 0.03	0.22 ± 0.02	0.21 ± 0.02
14	0.21 ± 0.02	0.21 ± 0.03	0.21 ± 0.01	0.20 ± 0.02
28	0.20 ± 0.04	0.20 ± 0.05	0.19 ± 0.02	0.18 ± 0.02

Brix (%): TSS (%)

Acid (%): Malic acid (%)

Table 3 Discriminant analysis of storage period by 2nd derivative spectra of Japanese pears and pear juice at different storage temperature

		Pear 0℃			Pear 10℃		
		Predicted			Predicted		
		3days	14days	28days	3days	14days	28days
Actual	3days	23	4	0	16	4	2
	14days	4	20	2	2	14	6
	28days	0	6	23	6	1	11
		Accuracv 81%			Accuracv 66%		
		Wavelengths : 1232, 2168, 2220 nm			Wavelengths : 1154, 1232, 1752 nm		

		Pear 0℃			Pear 10℃		
		Predicted			Predicted		
		3days	14days	28days	3days	14days	28days
Actual	3days	33	1	0	34	1	0
	14days	1	21	3	0	35	2
	28days	0	2	31	0	2	30
		Accuracv 92.4%			Accuracv 95%		
		Wavelengths : 1323, 1687, 1895 nm			Wavelengths : 2194, 2298, 2441 nm		

Table 4 Discriminant analysis of vibration treatment by 2nd derivative spectra of Japanese pears and pear juice at different storage temperature

		Pear 0℃		Pear 10℃	
		Predicted		Predicted	
		NV	V	NV	V
Actual	NV	30	14	27	5
	V	15	23	8	22
		Accuracv 65%		Accuracv 79%	
		Wavelengths : 1388, 1908, 2064 nm		Wavelengths : 1219, 1245, 2129 nm	

		Pear juice 0℃		Pear juice 10℃	
		Predicted		Predicted	
		NV	V	NV	V
Actual	NV	34	9	42	11
	V	15	34	11	40
		Accuracv 74%		Accuracv 79%	
		Wavelengths : 2025, 2090, 2285 nm		Wavelengths : 1219, 1856, 2142 nm	

V : Vibration
 NV : No vibration

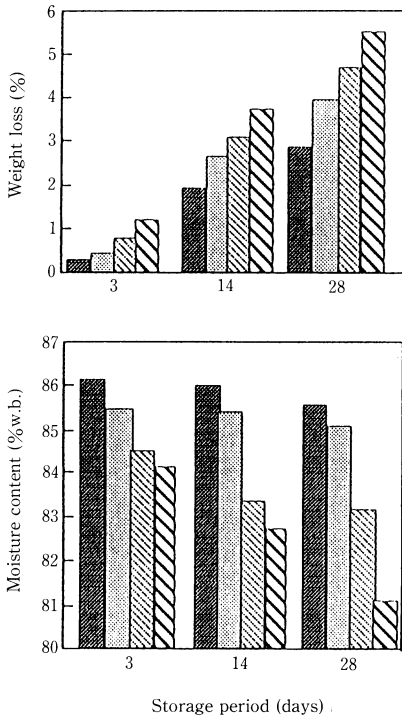


Fig. 3 Changes in weight loss, and moisture content of Japanese pears during the storage under different temperature after vibration test

■, ■: Storage, vibration+storage at 0°C
 □, □: Storage, vibration+storage at 10°C

えられるが、振動区の色相値が無振動区より変化が少ないのはこのコルク層形成が、表皮クチクラ層が微細な損傷を受けることで阻害されているとも考えられる。無振動区のもが正常な生理活動を継続し、赤味が増大していくのに対し、振動区は何かの原因物質の発生で赤味進行が阻害されているとも考えられる。この原因究明は今後の課題である。

4) 糖度と酸度の変化

糖度と酸度はやや減少する。振動区においてやや無振動区より早く減少する傾向がみえるが、統計的にはこれらに有意な差異があるとはいえない (Table 2)。

2. 近赤外スペクトルによる判別結果

ナシ果実および果汁に対する近赤外スペクトルから、果実に与えた振動の有無および貯蔵条件の判別を行った。判別は完全果に対するスペクトルとその果汁に対する近赤外スペクトルについて行った。その結果、0°C

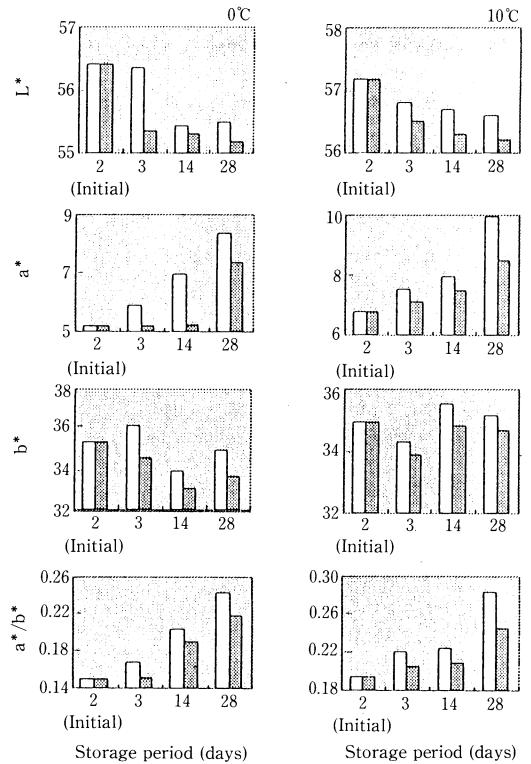


Fig. 4 Effect of the vibration, temperature and storage period on peel color of Japanese pears.

□ : Storage
 ■ : Vibration + Storage

区、10°C区の果実および果汁の原スペクトルと2次微分スペクトルを用いた振動の有無および貯蔵期間の判別は、2次微分スペクトルを用いた場合的中率が高いことが判った。さらに、果汁のスペクトルを用いての判別結果は完全果の近赤外スペクトルからの判別結果より良い結果となった。果皮を通しての近赤外スペクトル測定法にさらに工夫が必要なが示唆された。Table 3およびTable 4に2次微分スペクトルを用いての判別結果を示した。

1) 貯蔵期間の判別

0°C区および10°C区のナシ果実の2次微分スペクトルを用いて貯蔵期間の判別の中率はそれぞれ81%および66%となり、0°C貯蔵区の方が中率が高かった。判別に選択された波長はそれぞれ0°C区が1232、2168および2220nm、10°C区が1154、1232および1752nmの3波長であった。一方果汁の2次微分スペクトルを用いての判別

結果は0℃区で92.4%, 10℃区が95.0%となり, 果実よりジュースを用いた近赤外分析法が良い成績となった。判別に選択した波長はそれぞれ0℃区の場合は1323, 1687および1895nm, 10℃区の場合が2194, 2298および2441nmの3波長であった。

2) 振動の判別

0℃区および10℃区のナシ果実の2次微分スペクトルを用いて振動の有無判別を行った。その的中率はそれぞれ65%および79%であった。選択波長は0℃区および10℃区でそれぞれ1388, 1908, 2064 nm および1219, 1245, 2129 nm であった。一方, 果汁の2次微分スペクトルを用いての判別分析結果的中率は0℃区および10℃区でそれぞれ, 74%および79%となった。判別に選択した波長は0℃区で2025, 2090, 2285 nm, 10℃区で1219, 1856, 2142 nm の3波長であった。判別の中率は果汁のスペクトルを用いた方が高い傾向にあった。

近赤外分光法を利用して, 青果物に対して与えられた処理条件を非破壊的に識別できれば生産者や消費者にとって好都合である。ナシ果実のスペクトルを用いての判別結果をみると, 果実に与えた振動あるいは貯蔵期間の判別は近赤外分析法に関するスペクトルデータを蓄積していくことより可能性が出てくると判断できた。

IV. 摘 要

輸送中の振動, 貯蔵期間および貯蔵温度がナシ果実の硬度, 目減り率, 糖度, 酸度および果皮色などの品質に及ぼす影響を明らかにした。また, 近赤外分光法を用いて, 貯蔵期間および果実に与えた振動の有無に関する非破壊判別の可能性を示した。

- 0℃で28日間貯蔵した場合, ナシ果実は外観上は傷がなく, 良好であった。一方, 10℃で同じ期間貯蔵した場合は, 貯蔵28日後には果実表面の傷が肉眼で認識できる様になり, 商品価値が無くなった。
- 貯蔵温度の高さおよび貯蔵期間の長さは果実の目減り率を大きくし, 硬度, 含水率および糖度, 酸度を低下させる影響があること, これらの変化は振動を受けた場合, さらに加速されることを明らかにした。
- ナシ果実の全糖は貯蔵中やや減少傾向にあるが, その程度は小さかった。果皮色の変化は, 明度値が低くなるが, 赤色度値は高く, 色相値も増大した。
- 近赤外分光法によりナシ果実に与えた貯蔵期間および振動の有無などの非破壊判別ができる可能性を示した。

V. 引用文献

- 中馬 豊・志賀 徹・疋田慶夫 (1977) : 振動・衝撃利用による果実の内部品質判定 (第1報) - スイカ果実の共振周波数と内部組成, 農業機械学会誌, 39 (3) : 335-341.
- D. C. Slaughter, R. T. Hinsch, J. F. Thompson (1993) : Assessment of Vibration Injury to Bartlett Pear. TRANS. of the ASAE, Vol. 36 : 1043-1047.
- 伊藤三郎 (1991) : 果実の科学, 第1版, 朝倉書店, 106.
- 伊庭慶昭・福田博之・垣内典夫・荒木志忠 (1993) : 果実の成熟と貯蔵, 311. 株式会社 養賢堂発行.
- 小島孝之 (1974) : 園芸生産物の物性に関する研究 - 落下, 振動, 圧縮が温州ミカンの物性に及ぼす影響, 農業機械学会九州支部誌, 23 : 1-13.
- 小島孝之・田中正信 (1976) : 果実の熟度判定に関する音波共振報の応用 - 共振用果実支持台の検討と収穫前後におけるマスクメロンの共振曲線, 佐賀大学農学部彙報, 41 : 21-29.
- 小島孝之・中馬 豊 (1977) : 音波共振法による果実野菜の熟度評価 (第1報) - トマトの熟度変化に伴うヤング率の測定, 農業機械学会九州支部誌, 26 : 1-9.
- 小島孝之 (1978) : 音波共振法による果実野菜の熟度評価 (第2報) - メロンの生育肥大期および追熟期における動弾性特性について, 佐賀大農彙, 45 : 15-26.
- 小島孝之 (1979) : 果実の熟度判定に関する音波共振法の応用 (第2報) - 収穫前後に関するマスクメロンの熟度評価への位相差法およびパルス法の応用, 佐賀大学農学部彙報, 47 : 1-10.
- 小島孝之 (1979) : 果実の熟度判定に関する音波共振法の応用 (第3報) - 共振曲線に及ぼす品温の影響, 佐賀大農彙, 49 : 1-10.
- 小島孝之 (1983) : 生鮮農産物の力学的性質とくに果実の共振動特性に関する研究, 佐賀大農彙, 55 : 1-64.
- 宮本慎吾, 志賀 徹, 石橋貞人 (1989) : メロン果実の振動伝達特性に関する研究, 農業施設, 19 : 165~172.
- 西村 功・川村恒夫・細川 寿 (1981) : 果菜類の物性に関する研究 - メロンの衝撃特性, 農業機械学会誌関西支部報, 49 : 65-68.
- 西村 功・川村恒夫・細川 寿 (1981) : 果菜類の物性に関する研究 - メロンの衝撃特性, 農業機械学会誌関西支部報, 49 : 65-68.
- 恩田 匠・小宮山実弘・乙黒親男 (1996) : 近赤外分光法によるスモモ果実の追熟過程の時系列分析, 日食科工誌, 43 : 382-387.
- 薛 彦斌・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔 (1996) : 湿度条件がトマトとキュウリ果実の生理お

- よび肉質に及ぼす影響, 日食科工誌, 43: 164-171.
17. 志賀 徹・中馬 豊・疋田慶夫 (1978): 振動・衝撃利用による果実の内部品質判定 (第2報) - スイカ果実の粘弾性特性, 農業機械学会誌, 40 (3): 375-380.
 18. 田尻 貴己・秋永 孝義・川崎 聖司・國府田 佳弘 (1995): 沖縄県産パイナップルの最適貯蔵温度, 農業施設, 26: 145-151.
 19. 塚本正秋 (1981): 果実の機械的傷害に関する研究. 園芸学雑誌, 49 (4): 576-582.
 20. Yamamoto, H., Iwamoto and S. Haginuma (1980): Acoustic impulse response method for measuring natural frequency of intact fruits and preliminary applications to quality evaluation of apples and watermelons, J. Texture Studies, 11: 117-136.
 21. Yamamoto, H., M. Iwamoto and S. Haginuma (1981): Nondestructive acoustic impulse response method for measuring internal quality of apples and watermelons, J. Japan Soc. Hort. Sci., 50 (2): 247-261.
 22. 山下重良・和田年裕・北野欣信・八田茂嘉・宇田 拓 (1979): 温州ミカンの選果荷造り過程における損傷要因と損傷防止に関する研究 (第3, 4報), 園芸学雑誌 48 (3): 359-373.

Effects of Vibration and Storage Temperatures on Quality of Japanese pears

Jiao Yan LIU, Takayuki KOJIMA, Munehiro TANAKA and Izumi TATARA

* Faculty of Agriculture, Saga University, Saga 840

** Saga Pref. Agr. Exp. Center, Saga 840-22

Summary

Japanese pear (*Pyrus serotina* var. *culta* 'Housui') grown in Imari district of Saga prefecture has been used as specimen in the present study. The vibration test in the laboratory was carried out under identical conditions as those in highway trucks equipped with refrigeration units, which commute between Saga and Osaka.

For the storage test, fruits were stored at 0°C, 10°C and 90% relative humidity. The influence on Brix, acid, weight loss, mechanical properties and peel color were measured.

Brix, acid and mechanical properties were found to decrease with increased storage temperature and storage period. Under this condition weight loss was found to increase and peel color became darker. All of these properties significantly upon the whether they were subjected to vibration, were discriminated by the near infrared spectroscopy method.

Keywords: Japanese pear, vibration, storage, near infrared spectroscopy, discrimination