

振動による箱内果実温度及び空気組成の変化

中村怜之輔・稲葉昭次・伊東卓爾^{a)}

(園芸利用学研究室)

Received July 1, 1988

Changes in Fruit Temperature and Air Constituents in Corrugated Carton by Vibration

Reinosuke NAKAMURA, Akitsugu INABA and Takuji ITO

(Laboratory of Postharvest Horticulture)

Japanese pear, apple and satsuma mandarin packed, as practiced, in double wall corrugated cartons were vibrated at 1G and 2G for 12 or 24 hours. Changes in fruit temperatures and air constituents in the carton were measured during and after vibration.

The fruit temperature rose steadily during vibration, and attained to the temperature 1-1.5°C higher in central part of the carton with vibration at 1G than in the carton without vibration. The fruit temperature vibrated at 2G rose higher than at 1G. Temperature elevation was observed, also, on a paraffin ball with vibration, showing a difference of 1°C between paraffin ball with and without vibration. The vibration test of paraffin ball packed with various kinds of cushioning materials indicated that the temperature of paraffin ball rose higher and more rapidly under the slippery combination of cushioning materials inserted the corrugated boards adjacent to molded plastic trays. From the results above, the elevation of fruit temperature with vibration seemed to be caused by frictional heat in the carton.

Air constituents in the carton without vibration remained at about 20% for oxygen and about 0.3% for carbon dioxide. On the other hand in the carton with vibration, the concentration of carbon dioxide decreased to some extent and remained at a low level during vibration, followed by a rapid increase after vibration. Little change in the oxygen concentration was observed during and after vibration. Air constituents in the carton laminated with polyethylene film were controlled by gas permeability of polyethylene film, showing a rapid decrease of oxygen and a rapid increase of carbon dioxide in the carton without vibration. In the carton with vibration, no changes in concentrations of oxygen and carbon dioxide were observed during vibration, following a rapid change after vibration.

The results obtained suggested that changes in air constituents in common double wall corrugated cartons might have little physiological effect on fruit, and that ventilation of carton was accelerated by vibration.

緒 言

青果物の輸送技術改善は実態調査から始まる。こういった観点から、これまでも貨車輸送やトラック輸送中の箱内の温度や空気組成の変化について、種々の条件下での実態調査が行われている^{1,4,5,6,7,12)}。筆者らも、青果物の輸送技術改善のための基礎研究の一環として、ブドウとナシについてトラック常温輸送中の箱内温度変化を調査し、夏季高温時にはかなりの温度上昇がみられる場合があることを報告した^{8,9)}。この場合の温度上昇は、外気温やトラックの走行に伴って発生する熱など、主として箱の外部からの熱の影響を受けたものと推察さ

a) 現在、近畿大学附属農場

れた。一方、振動による果実の呼吸上昇や、箱内の種々の部位で起る摩擦に起因する箱内部からの発熱も予想される。さらに、果実の呼吸変動に伴って箱内空気組成の変化も考えられる。

本研究は、室内で人工的に果実箱に振動処理を行い、振動要因のみによって起る箱内果実温度及び空気組成の変化について基礎的に考察しようとするものである。あくまでモデル実験であり、実際の輸送条件をかならずしも反映していない面はあるが、輸送技術改善のための基礎資料として報告する。

実験 I 果実温度及び箱内空気組成の変化

材 料 と 方 法

材 料 ナシ、リンゴ及びウンシュウミカンを用いた。いずれも、卸売市場から入荷直後のものを購入し、一旦果実を箱から出して机上に一夜おき、温度を均一化した。その後、外観から判断できるかぎり無傷で熟度や大きさのそろった果実を選び出し、元通りの状態で箱詰した。外箱及び内装緩衝材はいずれも実際に用いられていたものをそのまま用いたが、その概要は以下のとおりである。

	産地及び規格	外 箱	内 装 緩 衝 材
ナシ '二十世紀'	鳥取県産、秀LL 15 kg 詰	複両面段ボール	プラスチック型トレイ 3 段、上下及び各段トレイ間に両面段ボール、しわ紙シート、ウレタンシートを挿入
リンゴ 'スターキング・デリシャス'	長野県産、秀LL 15 kg 詰	複両面段ボール	プラスチック型トレイ 4 段、上下及び中央に両面段ボールを挿入
ウンシュウミカン	広島県産、秀LL 15 kg 詰	複両面段ボール	内装なし ばら詰

方 法 箱詰の際、上段、中段、下段それぞれの中央部の果実にサーミスター温度計の受感部を深さ 2 cm にさし込んで固定した。その隣接の果実はほぼ同じ大きさのパラフィン球に置きかえ、小型加速度計（昭和測器 BA-10H）とサーミスター受感部を埋め込んだ。さらに、各段の中央部に空気採取用のポリエチレン・パイプ（内径 1.5 mm）を固定した。このような箱を 2 箱作り、1 箱は水平振動機にとりつけ、他の 1 箱はその横に置いて静置区とした。振動の強さは振動台に設置した加速度計で 1 G 及び 2 G とし、24 時間または 12 時間の振動を行った。振動強度は振幅 80 mm で振動数を変えることによって調節したが、実際には 1 G 区では 145 cpm、2 G 区では 200 cpm であった。

このような状態で、振動中及びその後 24 時間の果実温度を打点式記録温度計（タカラ工業 AR-66）で、振動中の果実の実際の振動強度を動ひずみ計（三栄測器 6 M41）と電磁オシログラフ（三栄測器 5 M21）でそれぞれ記録した。箱内空気の採取は原則として 4 時間ごとに行い、1 回につき約 10 ml を吸引採取したのち、直ちに酸素、炭酸ガス、エチレンについてガスクロマトグラフで常法どおりに分析した。

比較のため、ナシ LL 級とほぼ同じ大きさのパラフィン球（約 300 g）のみを詰めた箱を作り、同様に振動処理を行った。

結 果

果実の振動強度 振動台を所定の強度で振動した場合、実際に果実の受ける振動強度は箱内の位置によって一様ではなかった。ナシの場合、下段の果実は 1 G 区及び 2 G 区のいずれも振動台での振動強度とほぼ等しかったが、上段ではやや大きくなり、1 G 区で 1.2 G、2 G

区で2.4Gが記録された。とくに、上段では時間の経過に伴って大きくなる傾向がみられた。

一方、リンゴの場合は全体的にかなり振動強度は大きくなったが、位置による差は小さく、1G区では各段ともに1.4G程度であった。しかし、下段で時には2Gに近い振動強度が記録され、ナシの場合とは逆の傾向が認められた。2G区では全体に果実の振動は大きくなり、時には下段で3Gを超えることがあった。時間の経過とともに一層大きくなる傾向がみられたので、2G区では6時間で振動を打ち切った。

ミカンでは果実の振動強度は振動台より小さくなり、1G区で0.8G、2G区で1.5G程度であった。位置による差は小さかったが、時間の経過に伴って上部でやや大きくなることがあった。

振動中止24時間後に果実の傷の状況を調査した。ナシでは1G区ではほとんど傷は認められなかったが、2G区では若干の果実で底部にすり傷がわずかに認められた。リンゴでは1G区では傷はほとんどみられなかったが、2G区では約半数の果実で頂部と底部にすり傷がみられた。ミカンでは2G区で若干の果実で裂果がわずかに認められた。

このような果実の種類による振動強度や傷のつき方の差は、詰め方や内装緩衝材の量及び挿入方法の差に基くものと考えられる。ナシでは緩衝材の量が多く、十分に緩衝効果が認められるが、リンゴでは段ボールのみであって緩衝効果が小さく、かつ滑りやすく摩擦も大きくなることが推察される。ミカンではばら詰めのため、果実自身によって緩衝効果が生じていることが考えられる。

果実温度 箱中心部の果実について、振動中及びその後24時間の温度変化を、静置区との温度差で一括して示すとFig.1のとおりである。いずれも、振動開始とともに果実温度は上昇し始め、振動中は上昇し続けた。振動を中止してもなおしばらくは上昇し続けるか、または平衡状態になり、その後徐々に低下したがほぼ元の温度に戻るのに24時間以上を要した。最高温度は、ナシでは1G区及び2G区で約1.5°C、リンゴでは1G区で約1.2°C、2G区

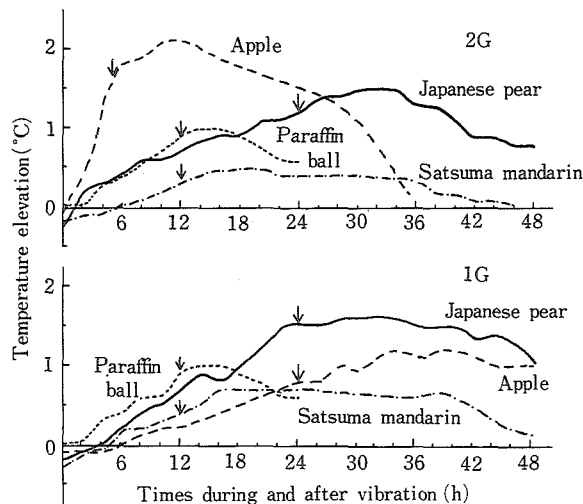


Fig. 1. Changes in fruit temperature at central part of double wall corrugated carton vibrated at 1G and 2G. Temperature elevation means a difference of fruit temperature with and without vibration. Arrows indicate the time when vibration treatments were terminated.

で約 2°C 、それぞれ静置区に比べて高くなった。ミカンでは1G区及び2G区ともに 1°C 以下の上昇にとどまった。このような温度上昇はパラフィン球を詰めた箱でも明らかに認められ、1G区及び2G区のいずれも静置区に比べて約 1°C 高くなった。

温度上昇の程度及び様相は、箱内の果実の位置によっても若干の相違が認められた。ナシでは温度上昇の程度は中段の果実に比べて上段でやや大きく、下段ではやや小さくなり、下段と上段との差は約 1°C にも達した。上昇の様相も上段では早く上昇し、振動中止後は早く低下したが、中段や下段では上昇も低下もやや遅れる傾向であった。一方、リンゴでは下段の果実で上昇の程度も大きく、かつ早く上昇する傾向があり、ナシとは逆の結果となった。ミカンでは上下の差はほとんど認められなかった。

このような箱内の位置による温度変化の差は、実際に果実が受ける振動強度がナシでは上段で大きくなったが、リンゴでは下段で大きく、ミカンでは全体に小さかったこととよく対応するように思われる。パラフィン球でも温度上昇が明らかに認められたことと考え合わせると、箱詰振動の場合の果実温度の上昇は、摩擦に起因する要素が大きいように思われる。

箱内空気組成 箱中心部の酸素と炭酸ガス濃度の変化を1G振動区について一括して Fig. 2 に示した。ナシの場合、箱詰密閉後数時間で酸素濃度は18~19%に、炭酸ガス濃度は約0.2%になったが、静置区ではそれ以上時間が経過してもほぼ一定の濃度が保たれた。一方、振動を加えると炭酸ガス濃度は約0.1%に減少し、振動中はこのレベルが保たれたが、振動を中止するとふたたび0.2%のレベルに上昇した。酸素濃度は振動区及び静置区のいずれも

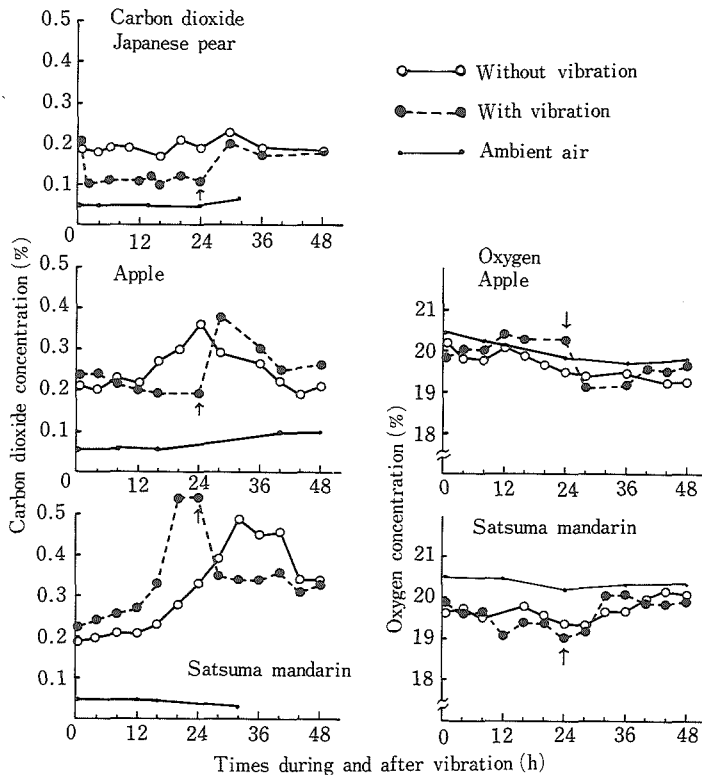


Fig. 2. Changes in oxygen and carbon dioxide concentrations at central part of double wall corrugated carton vibrated at 1G. Arrows indicate the time when vibration treatments were terminated.

ほとんど変化しなかった。

リングの場合も、箱詰密閉後数時間で炭酸ガス濃度は約 0.2% になり、静置区では時間の経過とともに増加して約 0.35% にまで高くなったが、その後は減少する傾向であった。振動区では振動中は約 0.2% のレベルが保たれたが、振動を中止すると急増して静置区とほぼ同じレベルに達したのち減少した。酸素濃度は静置区では時間の経過とともに漸減する傾向がみられたが、振動区では振動中は約 20% に保たれたのち、振動中止とともに静置区と同じレベルに低下した。

一方、ミカンの場合、静置区では時間とともに炭酸ガス濃度の増加が認められ、約 0.5% にまで達した。振動区では増加の速度が速くなったが、約 0.5% のレベルに達したのちは平衡状態となり、振動中止後は減少した。酸素濃度は 19~20% の範囲にあり、静置区と振動区の差は明確ではなかった。

2G 振動区では、空気採取用パイプの不具合もあってデータが不完全であったが、全体的傾向としてはいずれの果実でも 1G 振動区とほぼ同様であった。このように、ナシやリングでは振動によって炭酸ガス濃度がやや減少したが、ミカンでは増加し、逆の傾向が示された。これは、おそらく箱詰状態の差に起因するものと考えられる。

エチレン濃度の変化について、リング 1G 振動区の場合のみを Fig. 3 に示した。箱詰密閉後数時間で約 3 ppm になり、静置区ではその後漸増して約 5 ppm に達したのち漸減した。一方、振動区では振動中はほぼ 3 ppm の濃度が保たれたが、振動を中止すると急増して箱中心部では 8 ppm に達したのち静置区とほぼ同じレベルにまで減少した。2G 振動区ではデータが不完全であったが、全体的な変化傾向は 1G 振動区と同様であり、最高値としては約 12 ppm にまで達した。

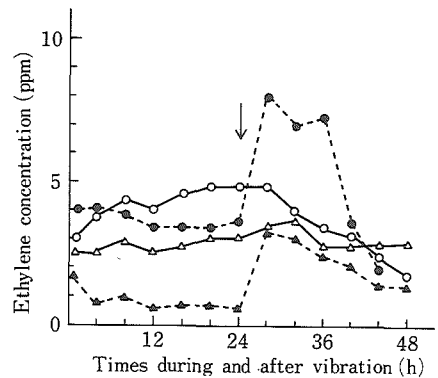


Fig. 3. Changes in ethylene concentration in apple carton vibrated at 1G. Arrow indicates the time when vibration treatment was terminated. ○—○ Central part, △—△ upper part of carton without vibration. ●---● Central part, ▲---▲ upper part of carton with vibration.

実験Ⅱ 内装条件と温度変化

材料と方法

ナシ LL 級とほぼ同じ大きさのパラフィン球 (約 300g) を作り、これを果実のかわりにプラスチック型トレイ 3 段に置いて箱詰した。内装条件としては、摩擦の状況を考慮して Fig. 4 に示した様な各種緩衝材の組合せを設定した。

I 区：実際にナシで使われていたものと類似の条件で、プラスチック型トレイ 3 段の上部とトレイ間に両面段ボール、しわ紙シート、ウレタンシートの計 3 枚の緩衝材を挿入し、下部にはしわ紙シートを敷いた。緩衝材の合計は 10 枚である。トレイと段ボールが接しており、ここで滑って摩擦が生じることが予想される。

II 区：トレイの下に軟質プラスチック網状シートを敷き、この部分の滑りを防ぐように配慮した。緩衝材の合計は 10 枚である。

III 区：II 区の網状シートのかわりにしわ紙シートを、ウレタンシートのかわりに発泡スチロールシートを用いた。緩衝材の合計は 10 枚である。

IV 区：緩衝材を各段に平均に挿入するのではなく、中段に 4 枚を挿入した。緩衝材の合計

は 12 枚である。

V区：緩衝材として段ボールのみを用いた。滑りやすくして摩擦が大きくなることが予想される。緩衝材の合計は 4 枚である。

このような箱をそれぞれ 2 箱ずつ作り、実験 I と同様にして 1G 及び 2G で 12 時間の振動処理を行った。振動中及びその後 24 時間のパラフィン球の温度変化を箱中心部の球について測定し、静置区との比較を行った。

結 果

振動区のパラフィン球の温度変化を、静置区との温度差で一括して Fig. 4 に示した。いずれも 12 時間の振動によって温度上昇が認められ、静置区に比べて約 1°C 高くなった。緩衝

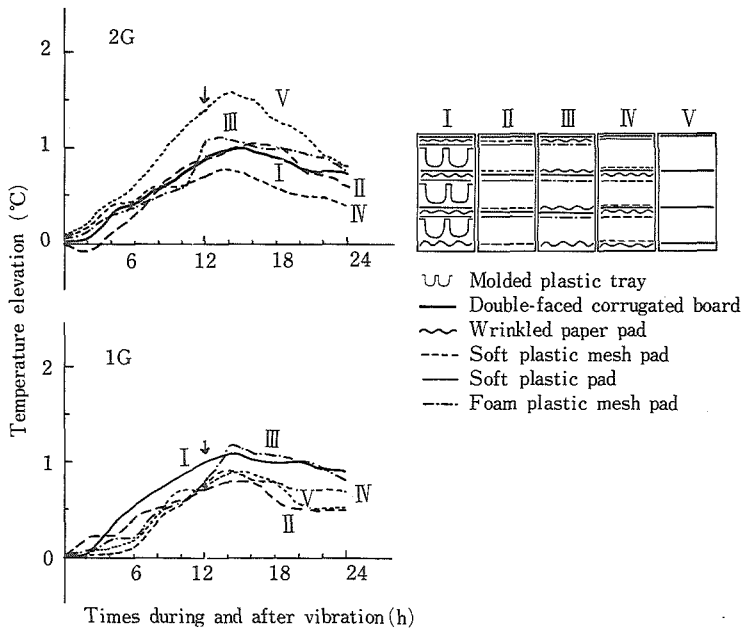


Fig. 4. Changes in temperature of paraffin ball packed with various combination of cushioning materials and vibrated at 1G and 2G. Temperature elevation means a difference of temperature of paraffin ball with and without vibration. Arrows indicate the time when vibration treatments were terminated.

材の種類や組合せ条件との関係を見ると、1G区ではI区で、2G区ではV区で温度上昇の速さや程度が他の区に比べて大きくなった。I区とV区はいずれも型トレイと段ボールが接している組合せであり、滑りやすくして摩擦が大きくなり、温度上昇の要因になっていることが推察される。とくに2G区ではV区での温度上昇が他区に比べて大きく、1.5°Cに及ぶ上昇が認められた。

実験Ⅲ ポリエチレン内張段ボール箱内の空気組成の変化

材 料 と 方 法

複両面段ボール箱の内面に厚さ 0.03mm のポリエチレン・フィルムを張付けた特別の段ボ

ール箱を試作し、通常使用されている複両面段ボール箱との比較を行った。この箱に鳥取県産ナシ‘新水’（秀LL）を慣行に従って15kg詰めとし、振動による箱内空気組成の変化を調査した。振動強度1Gで24時間の振動を行い、振動中及びその後24時間にわたって3時間ごとに箱内空気を採取し、酸素及び炭酸ガス濃度を測定した。

内装緩衝材の条件、果実の取扱い、空気の採取方法及び分析方法は、すべて実験Iのナシ‘二十世紀’の場合に準じて行った。

結 果

普通の段ボール箱の場合、箱詰密閉後数時間で炭酸ガス濃度は約0.2%になったが、静置区ではその後はほぼその濃度が保たれた。酸素濃度は20%前後を推移したが、少なくとも19%より低くなることはなかった。振動を加えると、炭酸ガス濃度はやや減少して0.1%程度になり、振動中はその濃度が保たれたが、振動を中止すると増加して約0.5%になった。酸素濃度は振動中及びその後を通じて約20%に保たれた。このような変化傾向は、実験Iのナシ‘二十世紀’の場合と同様であった。

一方、ポリエチレン内張段ボール箱では、ポリエチレンのガス透過度に支配されて箱内空気組成は大きく変動した。その結果はFig. 5に示したとおりである。箱詰密閉すると、時間の経過に伴って酸素濃度の低下と炭酸ガス濃度の上昇が起り、約6時間後には酸素は約17%に、炭酸ガスは約4%になり、静置区では以後そのレベルが保たれた。ところが、振動区では振動中は酸素濃度の低下と炭酸ガス濃度の上昇は認められず、酸素は20~21%の範囲に、炭酸ガスは約0.2%に保たれた。しかし、振動を中止すると急速な酸素濃度の低下と炭酸ガス濃度の上昇がみられ、やがて静置区とほぼ同じレベルに達したのち平衡状態が保たれた。

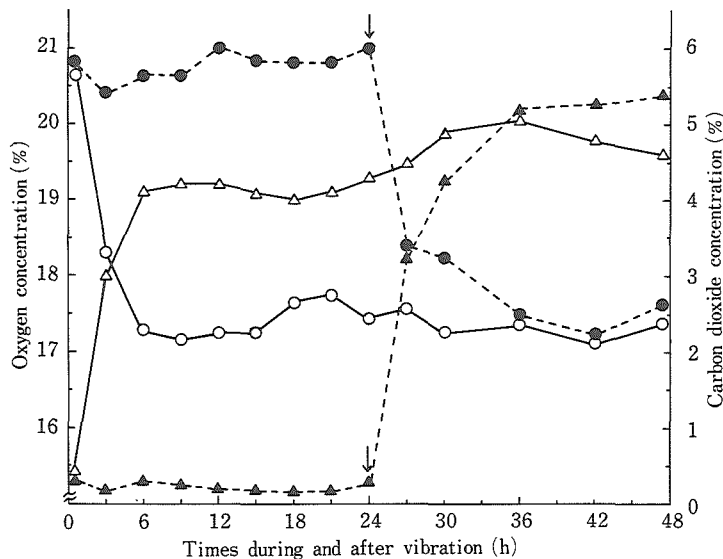


Fig. 5. Changes in oxygen and carbon dioxide concentrations at central part of double wall corrugated carton laminated with polyethylene film. Japanese pear was packed in the carton with molded plastic tray and practical cushioning materials, and vibrated at 1G for 24 hours. Arrows indicate the time when vibration treatments were terminated.

○—○ Oxygen, △—△ carbon dioxide without vibration.
●—● Oxygen, ▲—▲ carbon dioxide with vibration.

このようなことから、ポリエチレン内張段ボール箱では、振動によって強制的に換気が促進されていることが一層明確に示された。

考 察

果実温度の変化

ナシ、リング及びウンシュウミカンを詰めた段ボール箱を人工的に振動した場合、時間の経過とともに明らかに果実温度の上昇が認められ、箱中心部での静置区との温度差でみた場合、12 ないしは 24 時間の振動によって 1 G 区で 1~1.5°C の上昇が認められた。2 G では上昇の程度はさらに大きくなった(実験 I)。この場合、箱内の位置によって温度上昇の程度や様相がやや異なった。ナシでは上段の果実で、リングでは下段の果実で上昇が速くなり、かつ上昇の程度が大きくなったが、ミカンでは箱内の位置による差はほとんどなく、また上昇の程度も他のものより小さい傾向であった。

一方、振動台での振動強度を一定にした場合にも、実際に果実が受ける振動強度は箱内の位置や時間の経過によって異なり、ナシでは上段の果実で、リングでは下段の果実で振動台の振動強度より大きくなる傾向がみられた。ミカンでは位置による差はほとんどなく、また全体的に果実の振動強度は振動台より小さくなった。このような差は果実の種類に基づくものではなく、おそらく内装緩衝材の種類や組合せの差に起因するものと考えられ、またミカンではばら詰めのため果実全体で緩衝効果が生じたものと推察される。

このようにみえてくると、箱内果実が実際に受ける振動強度と温度上昇の程度や様相はよく対応した動きをすることがわかる。さらに、比較のため果実のかわりにパラフィン球を詰めた箱を振動した場合、パラフィン球の温度上昇が明らかに認められたことと考え合わせると、温度上昇は主として摩擦熱に起因するものと思われる。このことを確かめる意味で、内装緩衝材の種類や組合せを変えてパラフィン球を詰めた箱を用いて振動処理を行った所、型トレイと段ボールが直接に接するような組合せの場合にパラフィン球の温度上昇が大きくなる傾向が認められた(実験 II)。おそらく同じ振動強度でも型トレイと段ボールの間で滑りが大きくなり、摩擦熱の発生が大きくなったものと推察される。

以上を総合して考えると、果実箱が振動条件下に置かれると、箱—緩衝材—果実の相互間で摩擦が生じ、温度上昇の原因になることがうかがわれる。別な要因として、果実が振動を受けると呼吸活性が高くなることが知られており^{10,11)}、生理的発熱も加わってくることは考えられることである。しかし、本調査結果から考えると、振動果実箱の内部発熱は摩擦による物理的発熱が主原因のように考えられる。実際の輸送条件下でも、外部からの熱の影響と同時に内部発熱が起っていることは十分に考えられる。内装緩衝材の種類や組合せは、単に振動強度の緩衝効果の面からだけではなく、滑りを少くして相互の摩擦を最少限にとどめる工夫も必要であろう。さらに、箱の積み方を含めて、積荷全体の安定度を高くして箱同志の摩擦を軽減する配慮は、振動軽減の面ばかりではなく、温度環境の改善の面からも重要なことであろう。

箱内空気組成の変化

段ボール箱は一見密閉度が高く、果実を詰めた場合に箱内空気組成の変化が大きくなる可能性が考えられる。しかし、普通の複両面段ボール箱を使用して、内装として型トレイを用いてナシやリングを詰めた場合には酸素濃度は 20% 前後、炭酸ガス濃度は 0.2~0.3% に保たれることが示された。ミカンの場合には、酸素濃度はやや低く、炭酸ガス濃度はやや高くなる傾向が認められたが、これはおそらくばら詰めのため箱内空気の流動がやや停滞する結

果ではないかと思われる。いずれの場合も、段ボール面からのガス拡散は十分に行われているものと考えられ、普通の複両面段ボール箱が使われるかぎり、箱内空気組成は生理的にみて悪影響が生じる程の大きい変化は起らないものと考えられる。このことは、すでに長谷川らによっても指摘されている所であるが^{2,3)}、本調査結果からそれを再確認することができた。

ところで、振動条件下におかれた段ボール箱では、箱内空気組成の変化は静置の場合とは異なった様相を示すことが明らかになった。ナシやリンゴでは、振動開始とともに炭酸ガス濃度が減少して振動中は低レベルが保たれ、振動を中止するとふたたび静置区と同じレベルまたはそれ以上に増加した。ミカンでは振動によって炭酸ガス濃度が逆に静置区より高くなるが、振動を中止すると減少した(実験Ⅰ)。このような差は、振動によって呼吸促進が起り、空気組成の変化が速くかつ大きくなるが、前者では型トレイが使われているため振動によって強制的に換気が促進され、後者ではばら詰めのため換気が起りにくいことに起因するものと考えられる。同様の現象はリンゴ箱内のエチレン濃度の変化にもみられ、振動中はやや減少するが振動を中止すると急増した。このことも、同様に振動によってエチレン発生が促進されるが、振動中は換気が十分に行われていることを示す。

振動による箱内の換気促進は、ポリエチレン内張段ボール箱にナシを詰めた場合、一層明確に示された。静置区ではポリエチレンのガス透過度に支配されて空気組成の変化は大きくなり、密閉6時間後には酸素濃度約17%、炭酸ガス濃度約4%になったのち、ほぼその値が保たれた。一方、振動条件下におくと、振動中は空気組成の変化はほとんど起らないが、振動を中止すると急速に酸素濃度の低下と炭酸ガス濃度の上昇がみられ、やがて静置区とほぼ同じレベルになった(実験Ⅲ)。このことは、振動によって段ボール箱の換気が十分に行われていることを示す。おそらく、箱内果実が動くことによって、段ボールのフルートの部分や箱の小さな間隙から強制的に換気が促進され、さらに箱が動くことによって段ボール面からのガス拡散も促進されるものと考えられる。

以上を総合して考えると、実際の輸送の場合でも、普通の複両面段ボール箱を使用するかぎり、箱内空気組成の変化は生理的にみてほとんど考慮する必要はないものと考えられる。実際、筆者らがブドウとナシのトラック輸送中の箱内空気組成の変化を調査した結果によると、積荷の箱の位置にかかわらず酸素濃度は約20%、炭酸ガス濃度は0.1~0.2%に保たれていた⁹⁾。ただし、これは積荷全体が開放系に保たれている場合であって、もし積荷が密閉系の場合には、段ボール箱の1個1個は十分換気が行われていても、積荷全体としてはその密閉度に応じて空気組成の変化が起るのは当然のことであろう。低温管理下での輸送の場合、低温の精度を高めるためには密閉度を高くする必要があるが、そのことが結果として空気組成の変化をもたらすことは早くから指摘されている所である⁷⁾。今後、青果物の輸送に低温常温にかかわらずコンテナの利用が進む中で、十分配慮する必要がある。

摘 要

複両面段ボール箱にナシ、リンゴ及びウンシュウミカンを実際に流通している形で詰め、人工的に1G及び2Gの振動強度で12時間ないしは24時間の振動処理を行い、果実温度と箱内空気組成の変化を調査した。

果実温度は振動中上昇し続け、箱中心部で静置区との温度差でみると1G区で1~1.5°C高くなった。2G区ではそれよりさらに高くなる傾向がみられた。このような温度上昇はパラフィン球でも認められ、静置区に比べて約1°C高くなった。温度上昇と内装緩衝材との関係をパラフィン球で調査したところ、型トレイと段ボールが接して滑りやすいような緩衝材の組合せ条件の場合に、パラフィン球の温度上昇が速くなり、また上昇の程度も大きくなっ

た. このようなことから, ここでみられた果実温度の上昇は, 主として箱内の種々の部位で起る摩擦に起因するものと推察された.

箱内空気組成は, 静置区では酸素濃度は 20% 前後, 炭酸ガス濃度は 0.2~0.3% に保たれ, 時間が経過してもそれ以上の大きい変化はみられなかった. 振動区では, ナシやリンゴのように型トレイが使われている場合, 炭酸ガス濃度は振動中は低く保たれ, 振動を中止すると静置と同じレベルに増加した. 酸素濃度は振動による変化はほとんどみられなかった. ポリエチレン内張段ボール箱にナシを詰めた場合, 静置区では箱内空気組成はポリエチレンのガス透過度に支配されて大きく変動したが, 振動区では振動中は空気組成の変化はほとんどみられず, 振動を中止すると急速に静置区と同様の大きい変化を示した.

このようなことから, 普通の複両面段ボール箱では, 箱内空気組成は生理的に悪影響が生じる程の大きい変化は起らないこと, 振動条件下におくと箱内の換気が促進されて空気組成の変化は小さくなることが明らかになった.

謝 辞

本報告には, 昭和 51 年度文部省科学研究費補助金 (No. 156021) で行われた研究成果の一部が含まれている. また, 試作ポリエチレン内張段ボール箱はレンゴー KK から提供を受けた. とともに記して感謝の意を表す.

文 献

- 1) 中馬 豊・村田 敏・岩元睦夫・西原明彦・堀 善昭: 農機誌. 31 (4), 292-297 (1970)
- 2) 長谷川良雄・倉持八重: 鉄道技術研究報告 50, 1-6 (1959)
- 3) 長谷川良雄・倉持八重: 鉄道技術研究報告 68, 1-5 (1959)
- 4) 石橋貞人・田中俊一郎・西富良朗・小倉満雄: 農及園. 51 (6), 739-742 (1976)
- 5) 加納純孝・秋田朝文: ぶどう長距離輸送試験報告書, 岡山県経済連 (1966)
- 6) 北尾次郎: 果実の段ボール包装 (総説), 農加技第 7 回シンポジウム講演集, 78-82 (1960)
- 7) 松本熊市: 園学雑. 7 (2), 317-339 (1936)
- 8) 中村怜之輔・伊東卓爾: 園学要旨. 昭 50 秋, 426-427 (1975)
- 9) 中村怜之輔・稲葉昭次・伊東卓爾: 園学要旨. 昭 52 秋, 464-465 (1977)
- 10) 中村怜之輔・伊東卓爾: 園学雑. 45 (3), 313-319 (1976)
- 11) 中村怜之輔・今永 孝・伊東卓爾・稲葉昭次: 園学雑. 54 (4), 498-506 (1986)
- 12) 大久保増太郎・前沢辰雄: 園学雑. 38 (1), 88-92 (1969)