

ナシの物的流通技術の改善に関する基礎的研究 I

藤井嘉儀*

昭和52年8月31日受付

Fundamental Studies on the Distribution Technique of Japanese Pears I

Yoshinori FUJII*

To clarify the physical properties of pears in the process of distribution, several experiments have successfully been conducted, from which the following findings may be deduced.

1. It has been recognized that, relative to the temperature of pears and their packing method, the storage of heat for the adiabatic packing material should not be neglected as far as ventilation is concerned.

2. Though the significant difference between the weight reduction and the kind of packing materials could not be discerned, it will be assumed that the inherent trend appears when the void ratio occurred.

3. The strain rate for the different packing materials would exhibit significant differences at the five percent confidence level for the seventh day, eleventh day, respectively. It is certain that fewer strain rates appear for the polystyren-made box than for the conventional carton-box.

4. The difference of strain rates exist due to vibrations between the excited and non-excited pears. The increase of strain rate would be greatly attributable to these vibrations.

5. Pears tend to suffer more from physical damage due to the upper-situated carton-box because of the shortage of packing materials enclosed in it.

緒 論

鳥取県における廿世紀ナシ生産の歴史をみると、その出荷販売は明治42年頃から行われている。

当時は産出量も少なく出荷は生産農家単位に行われたことが想像されるが、その後生産量、栽培農家の増加に伴い、又市場構造の変化などの影響を受けてそれらに対応する様々な流通手段が講じられ今日のごとき一大流通組織が形成された。

現在の県下のナシの出荷形態はそのほとんどが共同出荷であり、その要となる共同選果場は約50か所設置されている。

共同出荷施設の機能は云うまでもなくその品質管理及

び安定的供給による市場対応力の強化などにあり、結果的に信用度の向上による市場評価の安定向上、合理的作業による各種経費の節減などを図ることにある。

これら共同出荷施設の中心となるのが共同選果場であり、これは物的流通の技術的基盤をなしている。この選果場は昭和30年代から急速に整備されたが現在は統合拡大の方向に進んでおり、設置数は減少したものの規模拡大に伴ってその処理能力は飛躍的に増強されている。

これらの選果場の発達に伴って出荷の「荷姿」即ち梱包方法、梱包材料も大きく変化し、かつての木箱、木毛詰は既に過去のものとなり新梱包材に完全に置き換えられた。

同時に大量供給、大量消費に必ずべく輸送方法も変化

* 鳥取大学農学部農業経営学科農業経済学及び農産物マーケティング研究室

Department of Farm Economics, Faculty of Agriculture, Tottori University

し、今日では市場向け出荷のほぼ九割は貨物自動車輸送に依存している。このような出荷事情の変化に伴って輸送上の問題も含め種々の品質管理上の問題が表面化して来た。

本報はこれらナシの物的流通場面に対し果実の物性などとの結び付きの面から接近し、その改善に資する事を目的として行った研究の予報的報告である。

果実の生理と品質保持問題

1. 果実生理と品質

ナシ品質の維持管理を考えると、その果実生理に適した手段を講ずるのが合理的である。

ところで品質の維持には果実の固有の形質を保つため、熟成および劣化（老化）の抑制・防止を図り、又物理的、化学的損傷をできるだけ少なくすることが肝要である。

収穫後の果実の劣化はその果実自身の消耗によるものであり、それは呼吸作用などにより促進されると云われている。これらを内部的劣化要因と云うならば、それを変化せしめる環境状況及び物理的、化学的要因を外部的劣化要因と呼ぶことができよう。

果実の内部的劣化要因は一般にその外部的劣化要因に影響されるので、外部的劣化要因を規制することによりある範囲内でその内部的要因をも制御することが可能である。

1) 温度と果実生理

収穫された果実は呼吸作用によって生体を維持しつつ、消耗し劣化する。

その呼吸作用は果実の熟度によっても強さが異なるが環境温度による影響が大きい事は知られており、GORE (1911)によると、呼吸強度と温度の関係は次式で算出される。¹⁾

$$\log Y = \log Y_0 + at$$

たゞし、Y：呼吸強度

Y₀：その果実の0℃時の呼吸強度

t：温度

a：係数（一般におよそ0.0376位）

したがって8℃時の呼吸強度は0℃時の約2倍であり、16℃時は4倍の強度となる。

いま果実の流通を考えると、いかに消耗を防いで消費者へ届けるかが生産者流通業者の任務であり、その技術の優劣が附加価値へ結びつき需要に影響することを考えれば温度を無視した流通手段は考えられない。

一般に生鮮農産物の品質は、収穫又は出荷の初期条件が重要であることが知られているがナシの場合、昔から

その収穫は早朝の低温時に行うものとされて来た。

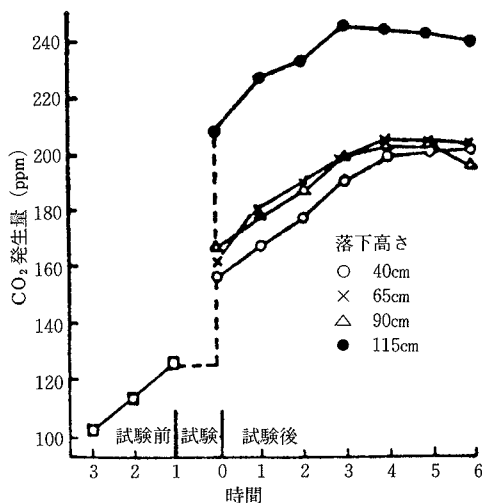
このことは流通過程におけるナシの品質管理がすでに収穫の時点で始まっていることを意味しているが、労力の払底している昨今、収穫時刻の調整はかなり困難となっている。

その他、流通過程における環境温度の問題も併せて今後の研究に待つところが大きい。

2) 振動、衝撃の果実生理

果実体に振動、衝撃など物理的外力を与えることは、直接的な外傷のみでなく、生理的的刺激を与え呼吸作用を促進することが知られている。²⁾

第1図は温州ミカンの実験例であるがナシの場合もこのことは予想される。



第1図 温州みかんの落下とCO₂発生量 (九大農産研 1967)

2. 物理的外力による損傷

物理的損傷とは、果実を移動することなどによって加えられる外力、即ち振動や衝撃などによるナシの直接的な損傷を指すが、これらから果実を保護するのが緩衝包装である。

一般に生鮮農産物は脆弱で、その保護にはかなり細心でなくてはならないが、その技術はおよそ第二次産業における緩衝理論から出発した方法の応用であって、個体差の著しい生鮮農産物に適さない部分もかなりある。

しかし、その経済的問題も含め、諸々の理由からこれらの諸技術を利用せざるを得ないのが実状であるので、現実には、それをよりよく応用するための技術を開発する事に努めなければならない。

1) 振動と損傷

振動とは一般に一定時間ごとに同じ様な運動が繰返される事を云うが、物体を移動するにあたっては非常に多く発生する現象で、特に現在の輸送体系上避け得ない問題である。

実際の振動は複雑な運動の組合せが多いが、それらも異なる振動数と変位を持つ単純な振動の重畳と考える事が出来る。³⁾

振動の強さを表すには一般に加速度の単位が用いられる事が多い。

今、一般によく発生するとされている単弦振動波形の加速度を求めると次式であらわされる。

$$a_m = X_m \omega^2 = (2\pi f)^2 X_m$$

ただし、 a_m : 振動加速度最大値 cm/sec²

X_m : 振動変位量最大値 cm

加速度を重力の加速度の倍数値Gであらわせば

$$G_m = X_m \omega^2 / g = (2\pi f)^2 X_m / g$$

ただし、 G_m : 最大値

このように振動加速度は振動数の自乗に比例する。

梱包の目的は果実体の保護であるが、それを達成することのみを考慮すれば良いのではなく、かさばりを極力低め空間比率を出来るだけ下げ輸送量の増大と費用の低下を計らなければならない。

そのためには、梱包する果実個体間を可能な限り密着させることが大切であるが、一方これは完全な緩衝材で

も無い限り果実に物理的損傷を与える危険性を伴う。

これら振動による物理的損傷の主なものは擦傷であり、ナシの場合酵素の働きで黒変し、著しく商品価値を下落させる。

2) 衝撃と損傷

衝撃は過度的な振動として扱う事が出来るが、それを表すのに重力の加速度の倍数値Gで示す。

衝撃が始まって最大値に達するまでの時間を衝撃時間、又最大値を経過して零になるまでの時間を衝撃継続時間と云うが、これらが包装内の果実に与える影響はその梱包材の力学的性質と外力の時間的性質によって変化する。

同様の外力を与えた場合の衝撃の強さは一般に衝撃時間の長さに反比例的に働く。

移動に伴う衝撃の主なものは落下及び衝突によるもので、これによる果実の損傷は打撲傷、押傷が多く時には裂傷に至る事もある。

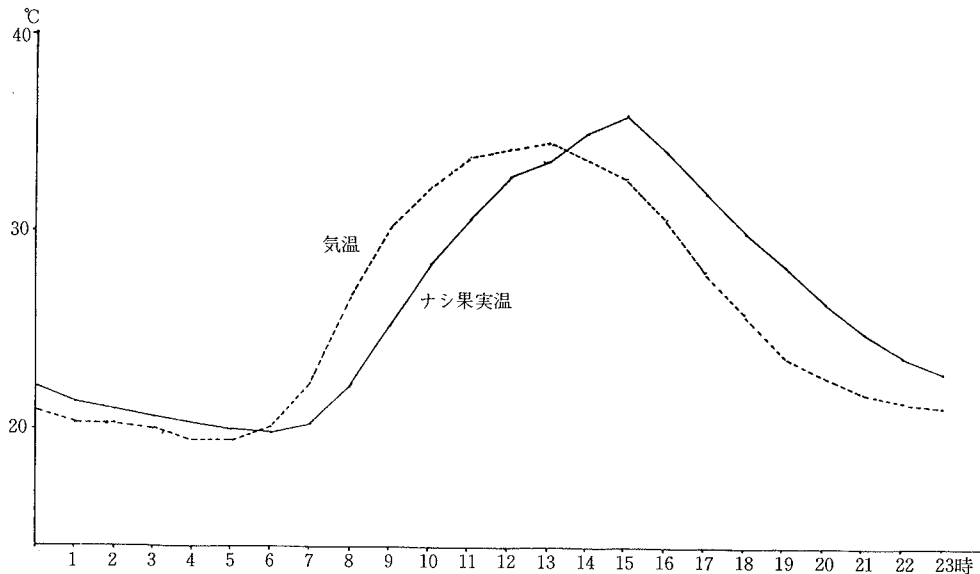
これらの傷は酵素の作用で褐変し、裂傷の場合はそこから腐敗し始める。

実験結果及び考察

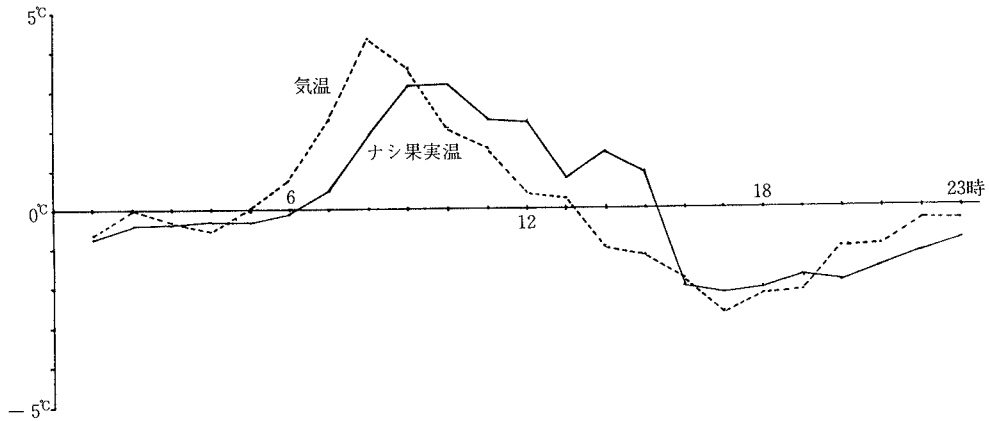
I ナシ果実温度と外気温

1. 樹上のナシ果実温度

- 1) 測定期日 1970年8月27日～9月29日
1971年8月27日～9月29日
- 2) 供試圃場 イ) 鳥取大学農学部附属農場



第2図 樹上のナシ果実温度と外気温



第3図 温度の変化量

- ロ) 鳥取県果樹試験場津ノ井分場
- ハ) 鳥取県東伯郡東郷町農家果樹園
- 3) 使用機器
 - イ) C-C熱電対
 - ロ) 電子式打点記録温度計
- 4) 測定方法 地上120~170cmの樹上の被袋ナシ果の芯部(表皮下約40mm)と表皮直下部に針型及び薄板型熱電対を袋上から差込み果実温度を自記させた。

同時に測定ナシ果直近の日照部分と日陰部分に気温測定用熱電対を設置し概ね48時間継続測定した。

- 5) 測定結果 測定の結果、果実温度は芯部が安定的変化を示した。それと気温の関連を検討したのが第2図である。

ここで外気温と果実温度の関係を示せば、次式で表す事が出来る。

- イ) 果実温度上昇時(5時~15時)

$$810y = -36x^3 + 97x^2 + 2108x + 810t$$

たゞし、y: 芯部果実温度

x: 9時を零としてそれより前を1時間ごと

に(-1)宛減じ、又以後1時間ごとに(+1)を加えた変数。

t: x=零時の果実温度

- ロ) 果実温度降下時(15時~5時)

$$810y = -x^3 + 78x^2 - 1035x + 810t$$

たゞし、x: 21時を零として以前1時間ごとに(-1)

1)を減じ、又以後1時間ごとに(+1)を加えた変数

2. 採取後の果実温度

- 1) 測定期日 1970年9月27日~28日, 28日~29日
- 2) 供試場所 鳥取県東伯郡東郷町小鹿谷集荷場
- 3) 測定方法 7時までに取り獲したナシをコンテナ

(プラスチック製480×330×300mm内法)に三段詰めにし露天、シート張りの仮設集荷場に搬入、三段積みとし各段のコンテナ側部及び中央部の袋ナシ芯部に熱電対を差込み測定自記せしめた。実験はコンテナを藁で覆って日覆とした場合と、それを除いた場合を測定した。

- 4) 測定結果(第4図, A, B)

3. 梱包後の果実温度

- 1) 測定期日 1971年9月10日~17日
- 2) 測定場所 鳥取大学農学部
- 3) 供試梱包材
 - a) 発泡スチロール成形箱(厚30~50mm), 1段18個詰, 3段重ね, 蓋30mmスチロール板, (PSB, A)

b) 発泡スチロール成形箱(厚30~50mm), 1段15個詰, 3段重ね, 蓋30mmスチロール板, 通気孔多数有り, (PSB, B)

c) ダンボール箱25号(470×330×250), PSPバック詰, (ダンボール)……慣行方法

- 4) 実験方法 上記3組の梱包梨の中段, 中央部のナシ芯部に熱電対を差込み記録温度計に自記せしめた。

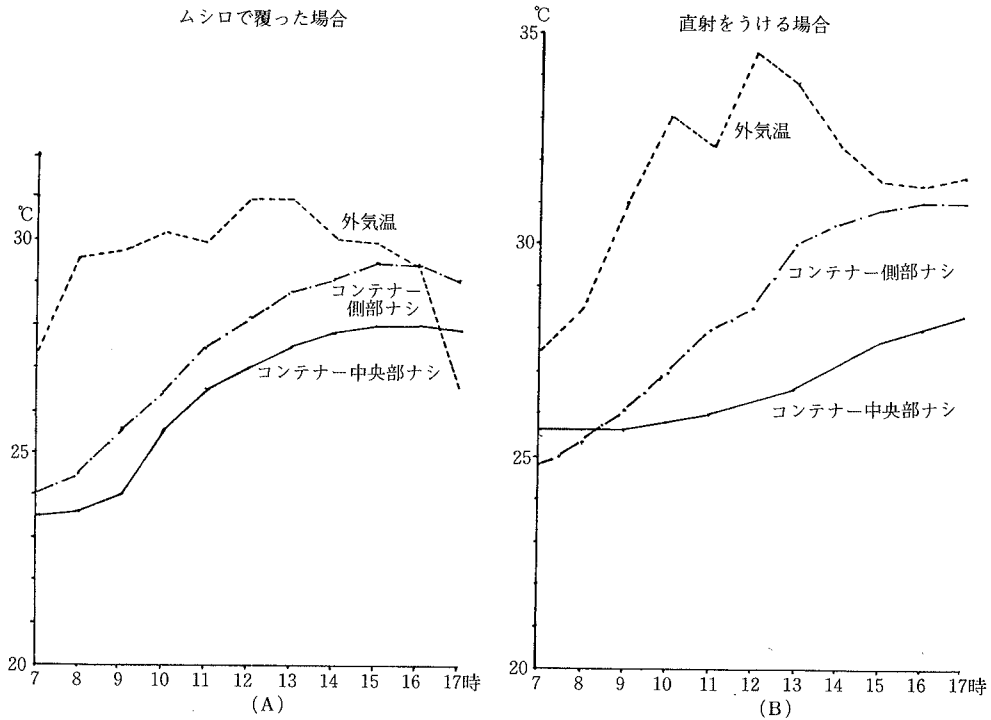
- 5) 実験結果(第5図)

4. 果実温度に関する考察

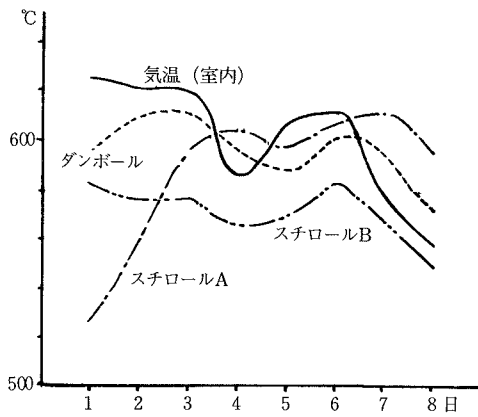
1) 樹上の果実温度とその変化量から、外気温の影響は約1時間後にあらわれることが知れる。

収穫後の品質管理上、果実温度を可能な限り低く維持する事を考えた場合、その収穫は早朝行うことが望ましいが、仮りに30℃を限度として考えると10時30分から18時30分までの収穫は控えたい。

気温との関連を考えても17時までには収穫は見合せた方が良いと云える。



第4図 集荷場における果実温度と外気温



第5図 梱包材料別ナシ果実温度(積算)

2) 収穫後の集荷場における果実温度の状況は、通風がかなり影響すると思われる、コンテナに直に日覆を掛けるより、風通しの良い場所で日陰とすることを考えるべきである。

3) 梱包ナシの果実温度は梱包材の差としてよりもむしろ空隙率の大きさの影響を受け易いことが解る。

PSB, Aの実験区は初期は断熱効果が有利に働きナシ果実温度を低く保っているが、空隙率が小さい気密的構造の箱であるため段々熱が蓄積し、積算温度が上昇している。一方通気孔の多いPSB, B区は一般に低温に維持されているが、これは次項と関連し検討を要する問題を含んでいる。

II ナシ品質の評価

生鮮農産物の品質の判定は非常に抽象的であるが、それは判定基準の設定が困難なためである。

しかし、品質管理を行う上で、その効果を評価する品質判定は不可欠の要素である。

ナシの場合、共同選果場において等級選別、規格選別を行って出荷されるが、この等級選別はすべて外観の観測による感覚的方法で行われ、当然選別作業者の個人差、施設間の基準(水準)差が生ずる。

他に全施設において農家単位のナシ糖度検査を行い、一定水準以下の農家の除外に努めているが、これは抜取検査で破壊検査法のため必ずしも十分に行えず、又適当な方法であるとは言えない。

又、一部施設で果実硬度を測定しているが、そもそも市販の果実硬度計は測定者の扱い方による誤差などが大

きく、しかも破壊検査法である。

したがって、種々の実験等の成果を判定する場合、これらの方法でその変化をみることは困難であり、何等かの科学的基準を見出すことが必要となっている。そこでこの方法を見出す手だてとして以下の実験を行った。

1. ナシ重量と梱包

1) 実験目的 果実はその自己消耗等により徐々に重量を減少していくが、その減少率から品質変化を察知する方法を見出すべく、梱包材、方法などの違いによる重量変化の比較を試みた。

2) 実験期日 1970年9月

3) 実験場所 鳥取大学農学部

4) 使用機器 a) 20kg自動台秤
b) 秤量瓶
c) 乾燥機

5) 供試梱包材 a) ダンボール箱25号, PSPパック詰(慣行法)

b) 発泡スチロール成形箱(厚30~50mm), 1段18個詰, 3段重ね, 空隙率1.6%, (PSB, A)

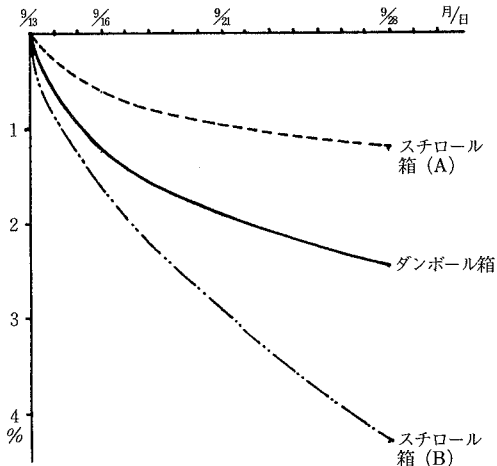
c) 発泡スチロール成形箱(厚30~50mm), 1段15個詰, 3段重ね, 空隙率7.8%, (PSB, B)

※, 空隙率=箱開隙面積÷箱全側面積×100

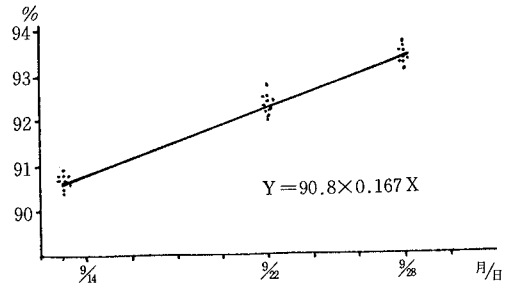
6) 実験方法 各梱包ナシを室内に15日間静置, 毎日箱内の果実重量を自動台秤で計量した。

又, ナシ熟度別の含水率を見るため収穫時期別に秤量瓶法を用いて測定した。

7) 実験結果 (第6図, 第7図)



第6図 貯蔵中のナシ水分の変化(減少率)



第7図 収穫期と果肉含水率

2. ナシの歪量

1) 実験目的 果実水分の減少に伴って果肉が軟化し, 加圧した場合の歪量に変化が生ずることが予想される。

収穫後の果実の軟化が歪量にいかんかわれるかを知り品質判定の基準となり得るか, 又梱包材, 方法がいかんに影響するかを把握する事を目的とした。

2) 実験期日 1970年9月

3) 使用機器 a) 歪量測定装置(自製, 第8図)
b) ノギス

4) 実験方法 ダンボール箱に慣行法で箱詰したナシを25℃の恒温槽に16日間静置し, 適当な間隔で歪量を測定した。

又, 発泡スチロール成形箱(空隙率1.6%)梱包ナシについても同様の実験を行った。

歪量はナシの直径(赤道径)をノギスで測定し, その部分に力がかかる様に第8図に示す装置に乗せ, 定荷重(1.46kg)を1分間加えた時の歪量をダイヤルゲージで測定した。測定後のナシは影響をさけるため廃棄した。

5) 実験結果 歪量はナシ個体差を除くため歪率に換算した。(第8図, 第9図)

歪率=歪量÷直径×100(mm)

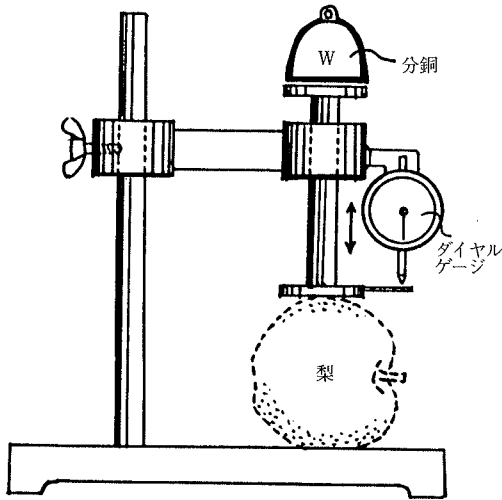
3. 果実硬度

1) 実験目的 果実硬度の測定による品質判定は我国では一般的でないが, 米国でリングなどについてかなり利用されていると言われ, 我国でも現在, 手持式果実硬度計が市販されている。しかし精度, 誤差の点で今ひとつ不満であるが, より精度を高めた場合, 品質判定に利用出来るかを実験した。

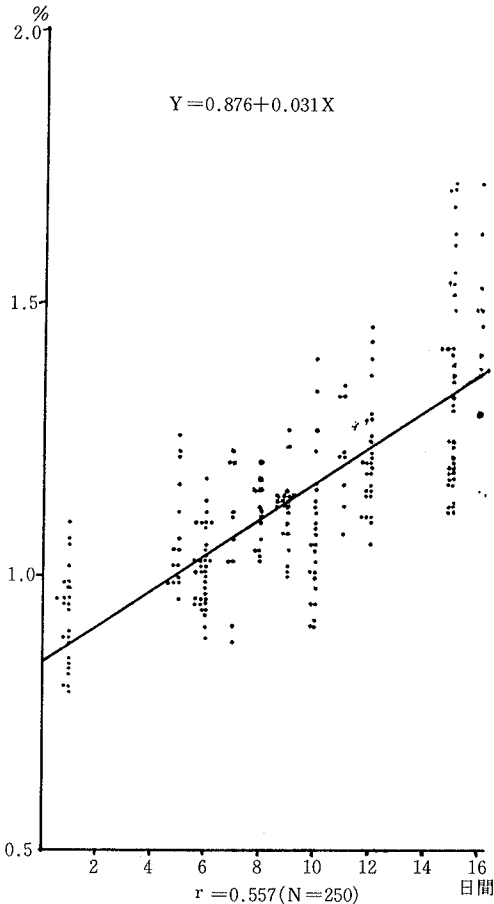
2) 実験期日 1971年~1973年

3) 使用機器 果実硬度測定装置(自製, 第10図)

4) 実験方法 果実肩部表皮上から直径6mmのプラ



第8図 歪量測定装置

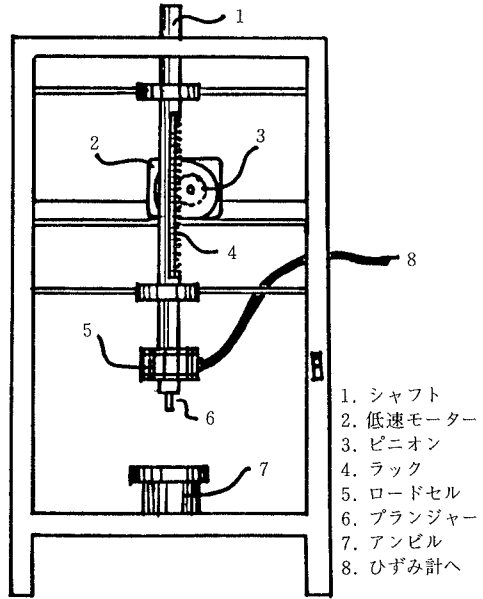


第9図 歪率の経日変化

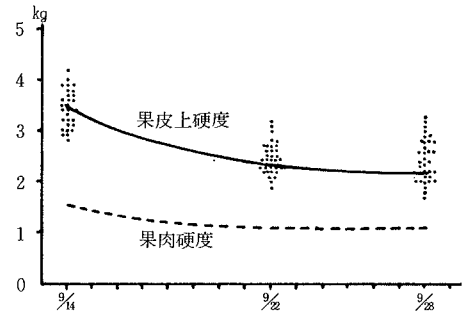
ンジャーを定速度 (20mm毎分) で押し込み、表皮を貫通する時点の最大加圧力をひずみ計で読み取った。

5) 実験結果 貯蔵ナシの経日変化は、果実の個体差が大きく、硬度変化は読み取れなかった。

樹上ナシ果実の熟期別硬度の変化は第11図のごとくである。



第10図 果実硬度測定装置



第11図 収穫期と果実硬度

4 品質評価に関する考察

1) 重量減少は梱包材の空隙率の影響が大きく、一定傾向は見られるものゝ、品質判定への応用は難しい。

減少の差を梱包材料別に見ると、材質の差と云うより空隙量の差と考えられ、ナシ果実水分を保つには空隙率を出来るだけ小さくする方法が都合がよいと言える。しかし、前項の果実温度 (第5図) をみると逆に空隙率の

小さい気密性の梱包は都合が悪い。

2) 歪率は、ほぼ直線の変化を示した。この測定方法は非破壊法であるため、かなりのナシに行っても影響は無いものと考えられ品質評価の基準に応用し得ると考えられる。しかし、ナシ果実の硬さを考え、加重量を検討する必要がある。

3) 梱包材を異にした場合の歪量の差に有意差が認められ、発泡スチロール成形箱梱包ナシが優れていた。このことは、水分の保持と歪量との関連を示すものとして注目する必要がある。

4) 果実硬度はナシの個体差に左右され、品質評価の指標に利用しにくいことが解った。ただ、熟期により硬度が変化する事が認められ、これは梱包上留意する必要がある。

III 振動と梱包

1. 振動と梱包材料

1) 実験目的 振動は物理的な外力としてナシ果実に種々の損傷を与える。

梱包は果実をこの外力などから保護する目的で行われ、それには物理的な外力を緩和する材料が用いられる。

梱包材料は、その材質の特性により緩衝能力が異なるが、理想的には外力の増大に比例して能力が高まるものが望ましい。

しかし経済的視点からも過大包装はさげねばならず、したがって一般的な梱包材料の中から適切な材料及び組合せなどを見出すことが必要である。

- 2) 実験期日 1975年8月22日
- 3) 実験場所 鳥取大学農学部
- 4) 使用機器 a) 偏心ベアリング式加振装置(自製)

- b) 小型加速度変換器
- c) 動ひずみ計
- d) 電磁オシログラフ

- 5) 供試梱包材 a) ダンボール箱25号
- b) 梱包材料は第1表参照

6) 実験方法 加振装置に加速度変換器(100g用)を固定接着、同じく箱内、中段、中央部のナシに穴をあけて加速度変換器を埋設、ダンボール箱を加振台にロープで固定、加振台に無段変速機で所定の振動を与え、各部の振動状況を動ひずみ計に入れ、電磁オシログラフで記録した。

振巾5mm、振動数毎分250回から50ずつ増加させ600c.p.m.までの各振動加速度を測定した。

7) 実験結果 実験は上下振動及び前後振動について行ったが、ここには上下振動の一例を示す。(第1表、第12図、第13図)

2. 振動とナシ損傷

1) 実験目的 現在、市場へ出荷されるナシの大部分はトラック輸送であるが、それらは大量積載のため合理的かつ入念に荷積され振動、衝撃に対してはかなり留意されている。

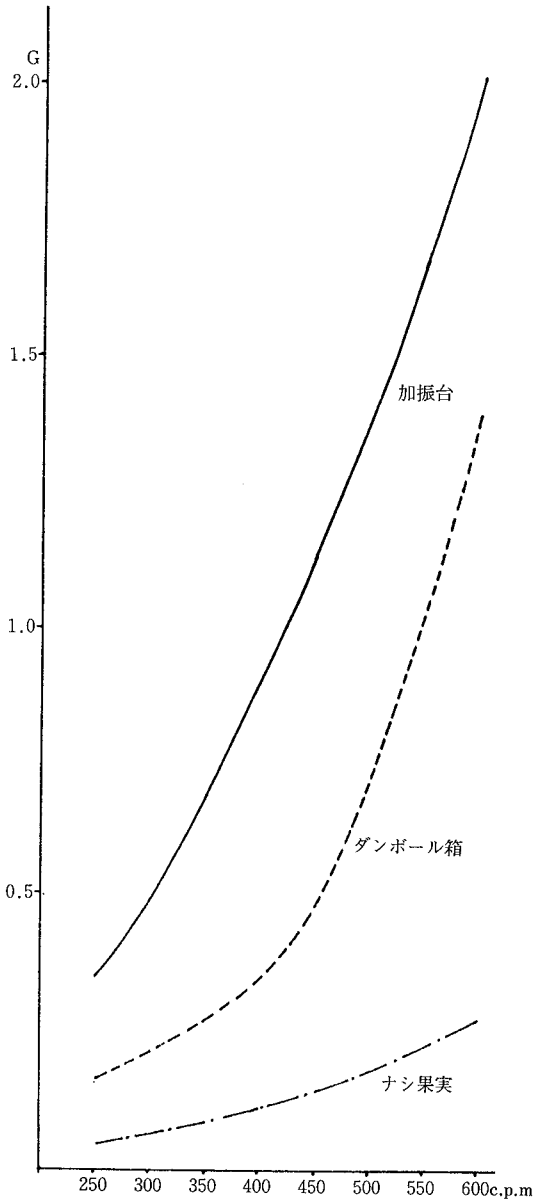
ところが個人発送のいわゆる小口輸送ナシは、その大部分が貨車輸送であり、他貨物との混載、荷積時間の制約、その他の理由によりかなりの損傷の発生が予想されるが、その実態は全く把握されていない。

本実験は輸送中、梱包ナシにかかる振動を人為的に再現し、ナシへの影響を知ることを目的に行ったもので、同時に梱包材の適性を比較した。

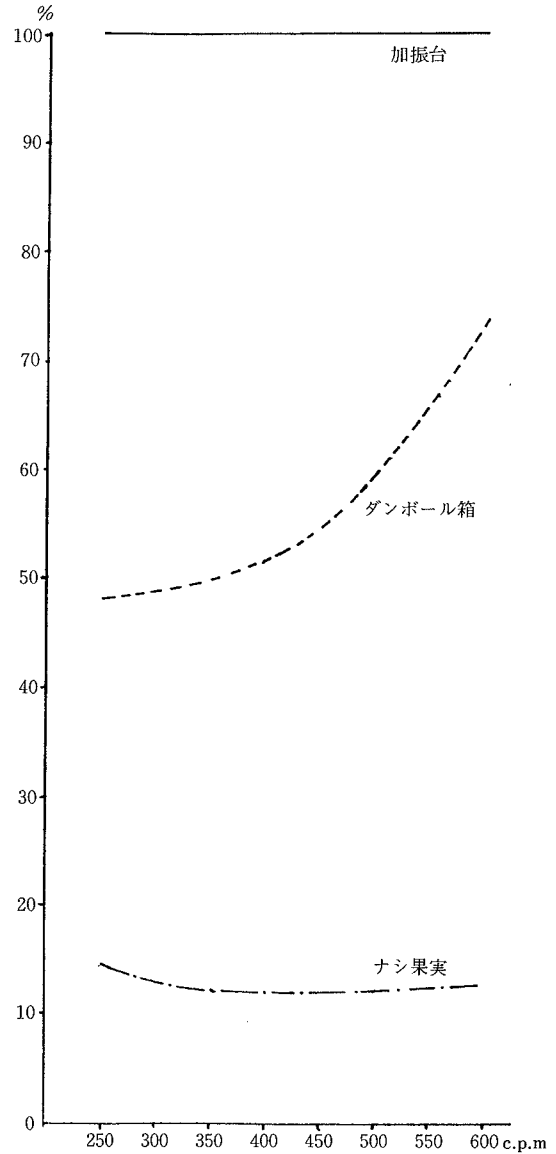
なお、強制的に与える振動と実際の振動の関係は、低

第1表 梱包材料とナシの振動強度 単位 G

梱包材料	振動数 (c.p.m)								
	250	300	350	400	450	500	550	600	
P.S.Pパック+P.Eシート	梨箱	0.05	0.07	0.08	0.10	0.13	0.16	0.20	0.24
	梨箱	0.16	0.25	0.26	0.30	0.67	0.74	1.21	1.33
P.S.Pパック+P.S.Pシート	梨箱	0.05	0.06	0.07	0.11	0.15	0.18	0.20	0.28
	梨箱	0.17	0.22	0.27	0.36	0.65	0.68	0.78	1.08
P.S.Pパック+P.Eネット	梨箱	0.06	0.07	0.08	0.10	0.14	0.17	0.22	0.24
	梨箱	0.24	0.31	0.36	0.49	0.92	1.03	1.25	1.46
リトナパック+P.Eシート	梨箱	0.04	0.05	0.07	0.09	0.17	0.20	0.46	0.49
	梨箱	0.15	0.21	0.23	0.27	0.43	0.65	1.30	1.52
カルプパック+P.Eシート	梨箱	0.05	0.06	0.08	0.10	0.13	0.17	0.41	0.46
	梨箱	0.16	0.21	0.23	0.35	0.42	0.63	1.30	2.17
加振台	台	0.35	0.50	0.69	0.90	1.13	1.40	1.69	2.01



第12図 振動数と加速度の変化の1例



第13図 振動加速度と緩衝率

周波の強制振動を10分間与えた場合、100マイル(約161km)の果実輸送中の損傷値と一致したと言うO'Brienの資料⁴⁾に準拠したものである。

- 2) 実験期日 1975年8月22日~25日
- 3) 使用機器 前述の実験に同じ
- 4) 供試梱包材 前述の実験に同じ

5) 実験方法 加振台に各梱包ナシをロープで固定、振巾5mm、振動数毎分600回、(10c. p. s)、加振時間30分、の条件で強制振動を与え、後25℃恒温槽内に2日間静置、開箱して損傷を調査した。

損傷判定は表面上のみを行い、鳥取県果実農業協同組合連合会の職員に依頼した。

第2表 振動実験によるナシ果実の損傷

梱包材料	位置	調査果数	(個)		損傷内容(か所)	
			健全果数	損傷果数	押傷	擦傷
P.S.Pパック+P.Eシート	上段	18	3	15	—	25
	中段	18	8	10	2	15
	下段	18	13	5	—	7
	計	54	24	30	2	47
P.S.Pパック+P.S.Pシート	上段	18	5	13	6	37
	中段	18	3	15	13	34
	下段	18	10	8	1	10
	計	54	18	36	20	81
P.S.Pパック+P.Eネット	上段	17	12	5	1	8
	中段	18	14	4	1	4
	下段	18	16	2	1	2
	計	53	42	11	3	14
カルブパック+P.Eシート	上段	18	0	18	18	31
	中段	18	1	17	26	23
	下段	18	2	16	16	25
	計	54	3	51	60	79
リトナパック+P.Eシート	上段	18	0	18	21	50
	中段	18	0	18	26	52
	下段	18	0	18	21	29
	計	54	0	54	68	131

なお、設定の加速度は2 G (加振台上) で、これは輸送中発生すると言われる最大加速度に近い値である。

又、強制振動時間30分間は約500 km輸送に相当する。

6) 実験結果 (第2表)

3. 振動に関する考察

1) 梱包材のPSPパックは慣行の梱包材であるが、その各段の間に詰める緩衝材の差はほとんど認められなかった。

2) 現在、リンゴの梱包に用いられている複合樹脂製のリトナ、カルブの両パックによるナシの梱包は、500c.p.m以上の振動に対し緩衝能力が急激に低下した。

3) P.S.P.パック梱包では各段の間にP.E (ポリエチレン) ネットを用いたものが効果があり、シートより緩衝能力が高いことが認められた。

4) 箱内のナシの損傷は3段詰中、上段程損傷が多く、これは梱包材の充填不足のため箱内に空間が出来、振動によるナシの移動を防げなかったためと考えられる。

5) リトナ、カルブ区での損傷の多発はパックの肉厚が薄く、果実個体相互がぶつかり合っ出来た打撲傷と考えられる。

摘 要

1. 果実温度と梱包方法、材料では断熱性梱包材を用いた場合、その通気性に留意しなくては内部に熱が蓄積

されることが認められた。

2. 果実重量減少率と梱包材料の間に有意な関係は認められなかった。

3. 果実重量減少は梱包材の空隙率に影響される。

4. ナシ歪率と各種梱包材の差の関係は、実験後7日目、11日目及び16日目の値を検定したが各々危険率5%水準で有意差が認められ、慣行のダンボール梱包より成形スチロール箱が歪率が小さい。

5. 加振ナシと無加振ナシ間の歪率に危険率5%水準の有意差が認められ、加振ダンボール梱包製の歪率が大きであった。

6. 梱包ナシの振動による損傷は充填不足により多発することが推測された。

7. 品質評価の判定基準としては歪率の応用が妥当であると考えられる。

文 献

1) Gore H.C.: Changes in composition of peel and pulp of ripening bananas. *J. Agric. Res.* **3** 187 (1914)
(苫名 孝: 果実の生理, 養賢堂, 東京 (1971) p. 212より引用)

2) 中馬 豊: コールドチェーン技術, **3** (1) 68

- (1971)
- 3) 星野茂雄, 豊田 実: 緩衝包装設計ハンドブック, 日本生産性本部, 東京 (1969) pp. 53~57
- 4) O'Brien M., Gentry J.P., and Gibson R.C.: Vibrating characteristics of fruits as related to in-transit injury. *Trans. ASAE* **8** 241 (1965) (Mosenin N.N. : *Physical Properties of plant and Animal Materials*. Gordon and Breach Science Publishers, New York (1969) p.441より引用)