

## 西南暖地早生ナシの流通技術改善に関する研究 (2)

誌名	福岡県農業総合試験場研究報告. B, 園芸 = Bulletin of the Fukuoka Agricultural Research Center. Series B, Horticulture
ISSN	02863030
著者	清水, 博之 浜地, 文雄 森田, 彰 姫野, 周二 栗山, 隆明
巻/号	1号
掲載ページ	p. 16-21
発行年月	1982年3月

## 西南暖地早生ナシの流通技術改善に関する研究

### 第2報 低温輸送中の積み荷温度の均一低下効果

清水博之・浜地文雄・森田 彰・姫野周二・栗山隆明

Techniques during Carriage and Packing for Fruit of Early-Maturing Variety of Japanese Pear in a Southwestern-Warm Region of Japan

2) Effects of the Vented Carton Boxes and the divider for Ventilation on Falling Temperature Similarly during Low Temperature Transportation

Hiroyuki SHIMIZU, Fumio HAMACHI, Akira MORITA, Shūji HIMENO and Takaaki KURIYAMA

#### Summary

Japanese pear cultivars, Shinsui and Kosui, are usually transported by the refrigerator cars from Fukuoka to Tokyo in the height of summer. So, in order to make the temperature of the loads fall evenly, we investigated the kind of carton boxes and how to use the divider for aeration in refrigerator vehicle.

1. In the case of tight stacks of regular carton boxes, the cooling rate of the loads, except the upper layer of them, was the same as the raising rate by the influence of outdoor air temperature and the heat of fruit respiration.
2. In the vented carton boxes with the dividers for aeration, it fell to the target temperature after 24 hours.
3. In proportion to the fall of the loads temperature, the fruit quality was corrupted less. And the maximum length of time that the most cooled fruit kept the marketable quality was 1 to 2 days longer.
4. In 1980, it was cool with a long rain during summer. So, the maximum length of time of the marketable quality was 2 days more than in the normal years under the open air temperature.
5. The temperature fell more with the divider for aeration at every 3rd row of the vented carton boxes than at every 5th row in refrigerator vehicle.

#### 緒 言

現在、ナシの‘新水’・‘幸水’等の京阪神地区への長距離輸送は第1報のように、冷凍トラックによって行われているが、この低温輸送中での庫内の温度分布及び果実の変質腐敗調査の結果、慣行ダンボール箱のブロック積みで、冷却効果の高いのは、冷気に接しやすい積み荷の最上部一段で、二段目以下のダンボール箱内温度は外気温の影響や果実の呼吸熱、ダンボール箱等からの放熱による昇温を抑える程度に過ぎなかった。

夏季高温時にやや日持ち性の劣る‘新水’・‘幸水’等の輸送は予冷 (precooling) を行い、冷凍トラックで輸送することが、果実の品質保持、日持ち性の向上のために最良の手段と思われるが、ナシの産果場は規模も小さく予冷施設を備えている産地は少なく、現状では冷凍トラックで、可能な限り品温を設定の温度 (15℃) に近づける方法が必要である。

中馬ら<sup>1)</sup>は‘ナツダイダイ’の予冷について、開孔カートン (開孔比50%) を使用すると飛躍的に冷却速度が

増大することを報告している。

筆者らは<sup>2,3)</sup>1978年の‘新水’・‘幸水’の低温輸送の実態調査を踏まえて、1979年は積み荷温度の均一低下をはかるために、荷積み方法並びに容器の改善について検討した結果、通気箱に通気用中仕切り (以下通気すのこという) を組合せた区が、積み荷の冷却効果が高かったため、1980年は通気箱を全箱採用して実用的な通気すこの設置間隔について調査したので、その結果を報告する。

#### 材料及び方法

##### 試 験 1.

低温輸送における荷積み方法並びに容器の改善効果について (1979)

供試用果実は園試は場の高接樹のもので果色は表面色が2.0~3.0で1果重が250~278gの果実を用いた。

輸送区間は福岡県朝倉郡夜須町から東京都千代田区の東一青果に輸送した。荷積みは8月4日15時40分から開

始し、16時40分に荷積み終了、閉戸後直ちに冷房を始め、福岡を20時5分に出発した。東一青果に翌5日の21時30分に到着した。荷積み終了から到着までの所要時間は28時間50分であった。なお、冷房は果実の発汗（結露）を軽くするために到着2時間前に停止した。

輸送方法は冷凍トラック（10トン車）による陸路輸送で実施した。

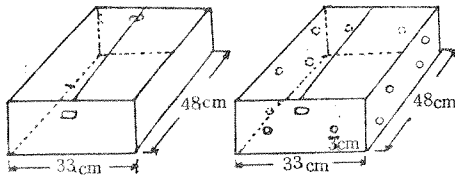
冷房方法は前方上部からの送風式、設定温度は15℃でブロック積み方式の8段で896箱積み込んだ。

試験区は冷凍トラックの庫内を4区に分けて、通気箱及び通気すのこ利用がダンボール箱内の温度低下に及ぼす影響について調査した。

区 別		容 器
改善区	A慣行区	輸送 } ダンボール箱 (10kg詰め) 手穴2ヶつき 通気孔 12ヶつき
	B慣行箱+通気すのこ	
	C通気すのこ	
	D通気箱+通気すのこ	

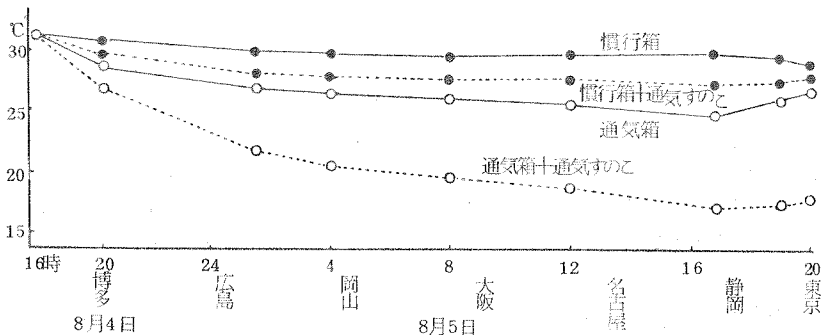
通気箱は共販用ダンボール箱の4側面に直径30mmの通気孔を設けた。（第1図）

ダンボール箱への果実の詰め方は、慣行により、ダンボール箱の一番下に片段を敷き、18~20穴のトレーに果実を詰め、その上にウレタン、片段、トレー、ウレタンの順序で二段詰めとした。



第1図 慣行箱(左)及び通気箱(右)

供試器材は耐振性自記温度計4個をダンボール箱内に固定し、温度の経時変化を調査した。また、U字型最高



第2図 輸送中の温度変化(中段) 1979

最低温度計を供試箱内に固定し、最低温度を調査した。

輸送後の変質腐敗調査果実は、到着後、翌朝まで市場で静置し、その後は福岡県園芸連東京事務所で、ダンボール箱詰め状態で常温貯蔵した。

試 験 2

通気すのこの設置間隔 (1980)

供試果実は、前年と同一ほ場の‘新水’を用い、果色も表面色2.0~3.0で揃えた。

輸送区間は試験1と同様に福岡から東京まで輸送し、輸送時期は1日遅れの8月5日17時に出発し、東京には翌6日の20時に到着、輸送時間は27時間であった。

輸送方法は、前年同様 冷凍車(10トン車)による低温輸送で、積み荷方法はブロック積みの8段で900箱積み込んだ。なお、1980年は小倉港から大阪港まで、フェリーを利用したが、その間はフェリーの電源によって設定温度15℃の冷房を実施した。

通気すのこは、第2図のように通気箱の間にはさみ、温度調査は3列区は中央部の上、中、下段、5列区は通気すのこ隣接箱及び中央部の上、中、下段で行なった。温度を調査した。

ダンボール箱は全箱通気箱を使用し、通気すのこは木製で、これを入れると箱間に5cmの空隙ができる。

供試器材は試験1と同様なものを使用し、箱内の温度の経時変化及び最低温度を調査した。

輸送後果実の変質腐敗調査も試験1と同様に実施した。

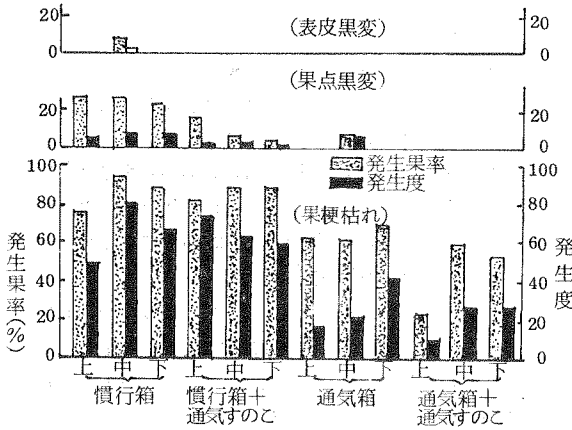
なお、本年は振動については、吉田精機の振動計で、前後、左右、上下の振動を測定した。

区 別	通気すのこの設置間隔	容 器
3列区	積み荷ダンボール箱3列ごとに通気すのこを縦に入れる	通気箱
5列区	” ” 5列 ” ”	”

結 果

試 験 1

(1) 積み荷中段のダンボール箱内の温度を自記温度計で測温した結果、改善区(B,C,D区)は、荷積み後閉戸から冷房停止まで徐々に温度が低下した。最も温度低下のすぐれた区は、通気箱+通気すのこ区で設定



第 3 図 通気箱及び通気すのこ利用と変質腐敗

$$\text{発生度} = \frac{\text{甚多} \times 8 + \text{多} \times 6 + \text{中} \times 3 + \text{少} \times 1}{\text{調査果数} \times 8} \times 100$$

温度に近い17℃まで低下した。

次いで、通気箱区、慣行箱+通気すのこ区、慣行箱区の順となり、慣行箱区は実態調査の結果と同様に最も温度低下が劣った。(第2図)

なお、温度低下のすぐれた、通気箱+通気すのこ区の果実は、東一青果で到着直後の5日21時40分の調査で、果実表面に多少発汗(結露)現象がみられた。

(2) 積み荷の上、中、下段温度の均一低下は、冷気の通気性の高い、通気箱+通気すのこ区が最もすぐれ、(14.0~17.0℃)、次いで通気箱区(21.0~26.0℃)であった。

慣行箱区は上段のみが、25.2℃まで低下したが、中段下段の温度低下はわずかであった。

慣行箱に通気すのこを組合せた、慣行箱+通気すのこ区は慣行箱区より、中、下段のダンボール箱内の温度が1.5℃前後低下した。(第1表)

(3) 収穫後8日目に調査した果実の変質腐敗は、温度低下のほとんどなかった慣行箱区(中段)は果梗枯れ発生果率96.7%、果点黒変発生果率26.7%と変質が激しく上段は多少温度低下があったためか、わずかに果梗れが少なかった。(第3図)

(4) 慣行箱+通気すのこ区と慣行箱区は変質腐敗の発生に差がなかった。

(5) 最も変質腐敗の少なかったのは、温度低下のすぐれた、通気箱+通気すのこ区で、上~中段の果実とも1~2日間果実の日持ち延長ができた。

第 1 表 積み荷位置別最低温度(℃) 1979年

積荷位置 区別	積荷位置		
	上 段	中 段	下 段
慣 行 箱	2 5.2	2 9.5	2 8.0
慣 行 箱 + 通気すのこ	2 6.0	2 8.0	2 6.4
通 気 箱	2 1.0	2 6.0	2 5.0
通気箱+ 通気すのこ	1 4.0	1 7.0	1 6.5

最高最低温度計による

通気箱区は温度低下は十分でなかったが、変質腐敗は通気箱+通気すのこ区に次いで少なかった。しかし、この原因は明らかにできなかった。

(6) 本輸送試験で実施した、通気箱に通気すのこを組合せた荷積み方法及び容器の改善によって、冷気の循環改善がはかられ、積み荷温度の均一低下が可能となり、果実の日持ち性が高まることが実証できた。

### 試 験 2

(1) 1980年の7月から8月は、異常低温と長雨で経過し、過去2年の収穫日から10日間の平均気温を比較すると、1978年は279℃、1979年は277℃であったが、1980年は240℃で、3.8℃前後も低かった。

(2) 温度経過はトラック積み込み時の外気温が240℃到着時が210℃で、温度低下の大きかった3列区の中段では、積み込み後2時間で、設定温度より1.0℃低い、140℃となった。5列区の中段は3列区に比べ最低温度で約7.0℃高かった。また、市場における翌朝までの箱内の温度は215~225℃で、外気温が低かったために、外気温による昇温は小さかった。(第5図)

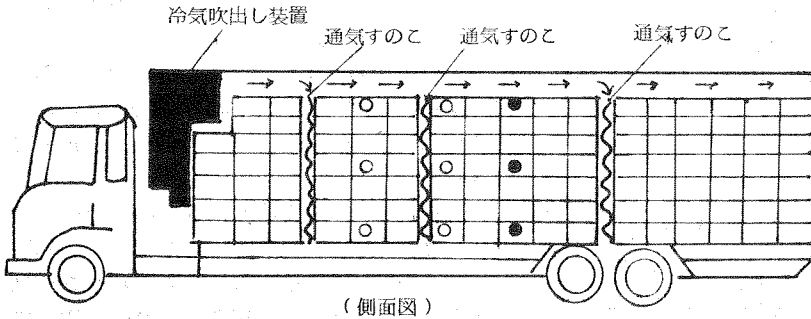
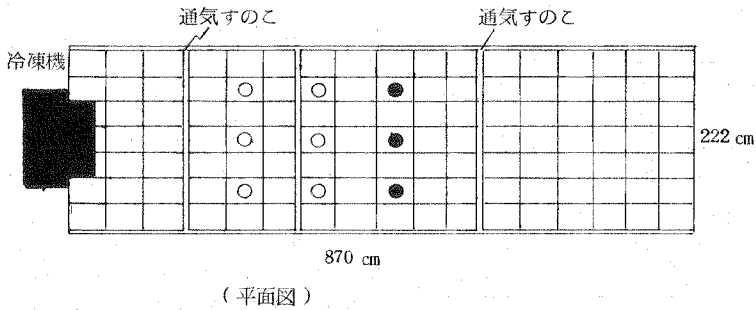
(3) 輸送後果実の変質腐敗は8日目の調査で、果梗枯れが、5列区で361~41.7%の発生果率に対し、3列区は平均で14.2%の発生果率にとどまった(第2表)

果皮の果点黒変、表皮黒変は両区ともみられなかった。11日目の調査では、果梗枯れは全ての果実に発生したが、果点黒変、表皮黒変の発生は、温度低下のすぐれた3列区の方が少なかった。(第3表)

(4) 積み荷の振動はフェリーを使用したために比較的少なかったが、1.5G以下の振動は前後、左右とも長時間みられた。

### 考 察

ナシの中でも、'新水'・'幸水'は肉質、風味など

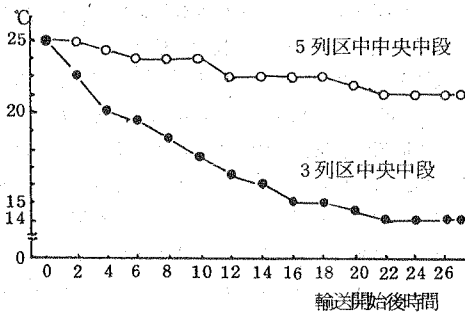


第4図 冷凍車内の荷積み法

ア、冷凍トラック10t車、10k ダンボール箱 952箱  
 イ、○●印は温度調査のダンボール箱

品質的に格段にすぐれ、しかも、本県は西南暖地の自然条件を生かして、早期出荷が可能のため、ナシ栽培品種の主要品種として、新植、改植、高接更新等によって生産量が増加している。

しかし、これらの品種のひとつの問題点は、従来の「新世紀」や「二十世紀」等に比べて、日持ち性がやや劣る事で、また、出荷時期が年間でも最も気温の高い時期であることから、京阪神等への長距離輸送は冷凍トラックによって実施されている。現在のダンボール箱の形態や荷積み方法では、設定温度(15℃)まで、ほとんどの箱内の温度は低下しないことが1978年の輸送実態調



第5図 輸送中の温度経過

査の結果明らかになった。

本輸送試験では、ナシ果実輸送中のダンボール箱内の温度低下をはかるために、容器の改善と荷積み方法を検討した結果、通気箱に通気すのこを組み合わせれば冷気の通気性が高まり、ダンボール箱内の温度が短時間でも低温になると果実の変質腐敗が温度の低下度合いとほぼパラレルに減少することが明らかになった。

この「新水」・「幸水」の変質腐敗は、まず、果梗

枯れに始まり、果点(コルク)の黒褐変、果点間の果皮の黒変と進行していく。また、果皮の黒変が進むと心腐れが生ずる。この一連の変化は、貯蔵温度との関係が強いようで、一般的に低温で抑制され、高温で促進される<sup>5)</sup>。

山崎ら<sup>13, 14)</sup>は貯蔵温度と黒変の発生との関係を調査しているが、30~35℃に貯蔵するとわずか3~4日で黒変が始まるが、25℃では10日目、20℃では14日目から黒変が発生している。

しかし、15℃になると16日目で黒変がわずかに見られるが、その後の黒変の進行は緩慢となっている。

黒変の発生原因は果実の老化(老化は高温ほど促進される)に伴ない細胞膜の透過性が変化することにより、果皮周辺細胞の仕切り(compartmentation)が失なわれる結果、フェノール物質とポリフェノールオキシターゼの反応が生ずるためではないかとしている。

本輸送試験の結果からも一時的な温度低下でも、その後の果実の変質腐敗を遅らせることができた。基本的には「新水」・「幸水」のように日持ち性がやや劣り、しかも夏季高温時に収穫輸送される果実は低温流通技術体系の確立が望まれるが、前述のように現在は予冷施設を持っている産地はほとんどなく、現状では、冷凍トラックによる輸送期間中の品温低下による日持ち性の向上をはかることが最善と考える。

第 2 表 輸送中の積荷最低温度及び輸送後の変質腐敗 (8 日目)

1980年

区 別	積荷 位置	輸送中の 最低温度	果梗枯れ		果点黒変		表皮黒変	
			発生 果率	発生 度	発生 果率	発生 度	発生 果率	発生 度
通気箱 3 列区	上段	121	56	24	0	0	0	0
	中"	138	139	5.9	0	0	0	0
	下"	15.3	16.7	3.8	0	0	0	0
	平均	13.7	14.2	4.0	0	0	0	0
通気箱 5 列区	上段	18.5	41.7	8.3	0	0	0	0
	中"	21.0	41.7	16.3	0	0	0	0
	下"	19.2	36.1	14.2	0	0	0	0
	平均	19.6	19.6	12.9	0	0	0	0

第 3 表 輸送後の変質腐敗 (11 日目)

1980年

区 別	積荷 位置	果梗枯れ		果点黒変		表皮黒変	
		発生果 率	発生度	発生果 率	発生度	発生果 率	発生度
通気箱 3 列区	上段	94.4	2.26	28	0.3	2.8	0.3
	中"	94.4	40.3	2.8	0.3	2.8	0.3
	下"	94.4	31.9	0	0	0	0
	平均	94.4	31.6	1.9	0.2	1.9	0.2
通気箱 5 列区	上段	100.0	31.6	5.6	0.7	0	0
	中"	100.0	37.8	11.1	2.1	8.3	2.8
	下"	100.0	34.7	2.8	0.3	2.8	0.3
	平均	100.0	34.7	6.5	1.0	3.7	1.0

輸送実態調査の結果から、慣行ダンボール箱のブロック積みでは最上段の1列以外は、ダンボール箱が厚い断熱材のような壁となり、殆んど冷却効果はなかった。

冷気の通気性を高めるために、本試験ではダンボール箱の側面に通気孔を設け、通気すのこを箱間にはさむことによって、積み荷の上段から下段まで、通気すのこに隣接したダンボール箱内は比較的均一な温度低下がみられた。

この結果から、試験 2 で実用的な通気すのこの設置間隔について検討した結果、通気箱に通気すのこを組合せることによって、冷気の通気性は改善できるが、5 列区中央の中段と 3 列区中段の中央の箱内の温度低下経過をみると、5 列区の温度低下は緩慢であるが、3 列区は温度低下が早く、16 時間後にはほぼ設定温度に達した。(第 5 図)

通気すのこの設置間隔は 3 列ごとに入れることによって、冷気の循環改善が行なわれ、積み荷の中、下段のダンボール箱内の温度もほぼ設定温度近くまで低下することが明らかになった。

低温輸送の場合、冷凍車の構造や冷却能力にもよるが普通冷気吹出し口が庫内の上部に設置されており、積み荷の上段から冷却されてゆく。

しかし、荷積み方法及びダンボール箱の種類によっては冷気の通気性が悪く、設定温度近くまで下がるのは積み荷最上段の1列にとどまることが、1978、1979 年の輸送試験の結果明らかになった。

同様な輸送実態調査を中村、渡辺<sup>10)</sup> はイチゴの輸送について調査しているが、埼玉県一札幌間のイチゴの低温トラック輸送のときの温度分布をみると、下段では上段より約 2℃高く、また後部では前部より約 3℃高くなったと報告している。

また石橋ら<sup>3)</sup> は冷蔵コンテナによる石川サトイモの輸送試験を実施しているが、この場合、目標の 5℃まで冷却されたのは上段だけであり、下段では約 10℃高い状態であった。

筆者らはダンボール箱の通気性を高めるためにダンボールの側面に 12 個の開孔を設け、庫内の冷気の通気改善を目的に、通気すのこを利用した荷積みの方法を検討した結果、通気箱だけでは、温度低下は緩慢で、設定温度の 15℃に対し 26℃までしか低下しなかった。しかし、通気箱に通気すのこを組合せることによって、24 時間後には、ほぼ設定温度近くまで低下している。さらに 1980 年は通気すのこの実用的な設置間隔について検討した結果現在荷積み方法の一般的な方法であるブロック積みでは 3 列ごとに通気すのこを入れれば、通気箱の場合には、ほぼ設定温度まで箱内の温度が低下することが明らかになった。

通気すのこ利用の問題として残ることは、通気すのこを 3 列ごとに入れれば、冷凍トラック (10 t 車) 1 台に 6 枚の通気すのこが必要であるとともに、10 kg 入のダンボール箱で 56 箱積載減となる。また、通気すのこの運搬 (回収) 方法も検討を要する。

しかし、積み荷の均一温度低下で日持ち期間が 1~2 日間延長可能なため、店頭での品質低下も減少し、需要量が増大し、高価格で販売されるものと考ええる。

また、冷凍トラックによる低温輸送の場合、本試験で行った通気箱+通気すのこの利用の他に、荷積み方法と冷気の循環、冷却速度について中馬ら<sup>2)</sup>の研究があり、煙突積み (chimney load) による冷却試験を実施しているが、煙道部の冷気は、煙道風速が小さく圧力の高いカーターの通気孔から侵入し、カーター内を巡って暖められた空気は、煙道速度が大きく圧力の低い通気孔から吸い出され、徐々に冷却されてゆくものと説明している。Ervin P. Atrop<sup>4)</sup> はさらに冷凍トラックの煙突積み様式や密積み (棒積み) 様式を間隔積み様式に置きかえたり荷頂部と天井間に Baffle を設けたりして、冷気を積み

荷のまわりや内部によく行きわたらせて冷却を大きく改良し、柑きつの輸送平均温度を低下せしめ、品質を向上している。

現在の冷凍トラックによる低温輸送で、慣行ダンボール箱によるブロック積みでは、温度低下のはかれるのは極く一部の最上段一列のみで、それも設定温度(15℃)にはほど遠く、約10℃高い状態であった。

現在のナシ果実輸送実態の中での改善策として、積み荷ダンボール箱内の温度均一低下をはかるには、まずダンボール箱の通気性を改良するための開孔数、穴の大きさ、開孔の位置、トレー、段紙、ウレタンなど包装容器の総合的な改善をはかり、通気すのこの利用をはじめ、荷積み方法の改善を行い、冷気の循環を良くする工夫が必要である。

また、ダンボール箱の通気性を増すことによって、荷おろし後の外気の流入が容易となり、品温の高まりが、早くなるので、外気との遮断をするために、シートなどによる被覆も必要になる。

さらに、現在は低温輸送中の温度設定は15℃にしているが、この15℃が、現在の流通機構上、適温であるか否かの検討をはじめ、低温輸送後、常温に戻すと果実が結露する場合があるので、ダンボール箱の強度増強や結露した果実の品質調査等も必要と思われる。

最後に、ナシ「新水」の輸送、貯蔵試験の結果から、輸送中の一時的な低温によっても、果梗枯れ、果点黒変表皮黒変などの変質腐敗を延長させることが可能であるので、低温輸送中の積み荷の均一低下にはダンボール容器、荷積み方法の改善は緊急な課題である。

## 摘 要

現在、夏季高温時に輸送される「新水」・「幸水」などの長距離輸送に使用されている冷凍トラックによる低温輸送における積み荷温度の均一低下のためにダンボール箱の改善及び通気すのこの設置間隔について検討した。

1. 慣行ダンボール箱のブロック積みでは、冷気の流れやすい最上段一列を除いて、保冷効果は低く、外気温の影響や呼吸熱による昇温を抑える程度にとどまった。

2. ダンボール箱内の温度低下の最もすぐれたのは、通気箱に通気すのこを組み合わせた区で、24時間後には設定温度近くまで低下した。

3. 果実の変質腐敗も温度低下とはほぼ平行に減少し、温度低下のすぐれた区は日持ち日数が1～2日延長できた。

4. 1980年は冷夏、長雨の異常気象下で常温貯蔵においても平年より2日前後日持ち期間が長かった。

5. 通気箱利用によるすのこの設置間隔は5列ごとでは不十分で、3列ごとが適当であった。

謝辞、本輸送試験は福岡園芸連、福岡園芸連東京事務所、夜須町農協、夜須町ナシ部会、朝倉農業改良普及所のご協力を得て実施したものである。ここに衷心よりお礼を申し上げる。

## 引用文献

- 1) 中馬豊・村田敏・岩元陸夫, 1967, 生鮮農産物の空気予冷に関する研究(第1報) 夏柑の冷却速度について, 農業機械学会誌, 30(1):35-41.
- 2) 中馬豊・村田敏・渡辺兼五, 1968, 生鮮農産物包装箱の堆積通気様式と冷却性能に関する研究, 農業機械学会誌, 30(4):241-251.
- 3) 中馬豊, 1981, 農産物の適正貯蔵をめぐる技術的諸問題, 食品工業, (6下).
- 4) E. P. Atrops, 1960 Transit temperatures in truck shipments of California Citrus Fruits USPA, Washington D, C, AMS-470 May
- 5) 浜地文雄・清水博之・森田彰・栗山隆明, 1980, 西南暖地早生ナシの流通技術改善に関する研究(第1報) 低温輸送中の環境実態について, 九州農業研究, 42:210-211.
- 6) ————, 1980, 西南暖地早生ナシの流通技術改善に関する研究(第2報) 低温輸送後の変質腐敗の実態, 九州農業研究, 42:212-213.
- 7) ————, 1980, 西南暖地早生ナシの流通技術改善に関する研究, (第3報) 低温輸送における荷積み方法並びに容器の改善効果について, 昭和55年度秋季園芸学会研究発表要旨:418-419.
- 8) 石橋貞人・田中俊一郎・西富良朗・小倉満雄, 1976, 露地野菜の長距離海上低温輸送実用化 ②, 農業および園芸, 51(7):863-866.
- 9) 黒田長治, 1979, 果物の低温輸送の実際と将来性 果実日本, 34(2):22-29.
- 10) 中村武次郎・渡辺庄一, 1968, 機械冷凍トラックによるイチゴの長距離輸送, 昭和43年度秋季園芸学会研究発表要旨:272-273.
- 11) 緒方邦安, 1979, 青果保蔵汎論(建帛社).
- 12) 緒方邦安, 1979, 園芸食品の加工と利用(養賢堂).
- 13) 山崎利彦・鈴木勝征・宮川久義・松嶋政司, 1978, ニホンナシ果実の黒変機構の解明, 昭和53年度果樹総括検討会資料.
- 14) ————・神田一秀・山本昭平・森田彰, 1978, ニホンナシの黒変発生機構の解明に関する研究, 昭和53年度春季園芸学会研究発表要旨:74-75.