

生鮮食品の輸送に関する研究
 -イチゴのタイ向け小ロット輸送の輸送環境（第1報）-

朝来壮一*・川口和晃**

*食品産業担当・**神栄テクノロジー株式会社

Study on the Fresh Food Transportation
 -Transportation Environment of the Strawberry for Thailand (1st Rpt) -

*Shoichi ASAKI・**Kazuaki KAWAGUCHI

*Food Industry Group・**SHINYEI TECHNOLOGY Co.,Ltd

要 旨

大分県産業科学技術センターと神栄テクノロジー株式会社は、イチゴの高品質輸出に不可欠な輸送環境条件を明らかにするために、平成24年12月に小ロットでタイに輸出されるイチゴ「さがほのか」について輸送環境を調査した。2Lサイズ7分着色果を11果/パックとし、国内仕様に準じたスポンジ緩衝材+樹脂トレイ包装とした。4パック詰めダンボールの5段重ねで2梱包を輸送し、その陸上輸送及び航空輸送中の振動衝撃を測定した。平成24年11月29日に大分県杵築市の選果場から出荷し、12月3日に福岡国際空港からタイスワンナプーム国際空港を経てバンコク市内の量販店に配送した。その結果、小ロットであるため積み替え回数の多かった日本国内での振動衝撃の頻度、大きさがタイ国内に比べて顕著であり、Z軸(上下方向)で最大13.36G、X軸(水平方向)4.35G、Y軸(水平方向)最大4.18Gであった。タイ国内ではZ軸最大9.79G、X軸最大3.11G、Y軸3.76Gであった。振動は積み替え時に集中して起きており、振動衝撃に起因するトレイ内イチゴの配列乱れやオセ損傷が認められた。

1. はじめに

青果物流通の環境は、近年大きく変化してきており、従来は国内長距離輸送を前提に組み立てられていた流通システムもアジアを始めとする海外市場を視野に入れて対応する必要が出てきている。

九州から輸出される農産物の多くは海上コンテナによって輸送されるため、本県でも過去に台湾向けナシの海上輸送環境調査を行ってきた。しかし、最近では従来除外されていた生鮮野菜など傷みやすいもの、鮮度保持期間の短いものを空輸で輸出することも多くなっている。イチゴは九州から輸出されるそうした青果物の一つであるが、航空輸送での輸送環境調査事例は極めて少ない。

こうした高級青果物は輸送中の振動衝撃の影響を受けることが極めて多く、イチゴでは「オセ」「スレ」損傷が知られている。

また鮮度低下の早い青果物では、現地の短い販売期間に合わせて販売しなければならない事情もあるため、現地の商機に合わせた小ロット輸送が頻繁に行われている。こうした輸送環境下の損傷については、コンテナ輸送とは異なる要因もありうる。そこで空輸を前提とした青果物の海外輸送の最適化を図るため、大分県が行うタイ向け農産物航空輸送に合わせ、産地から出荷して、宅配などを利用した陸送から航空機(直行便)による輸送、現地量販店までの輸送環境について調査した。

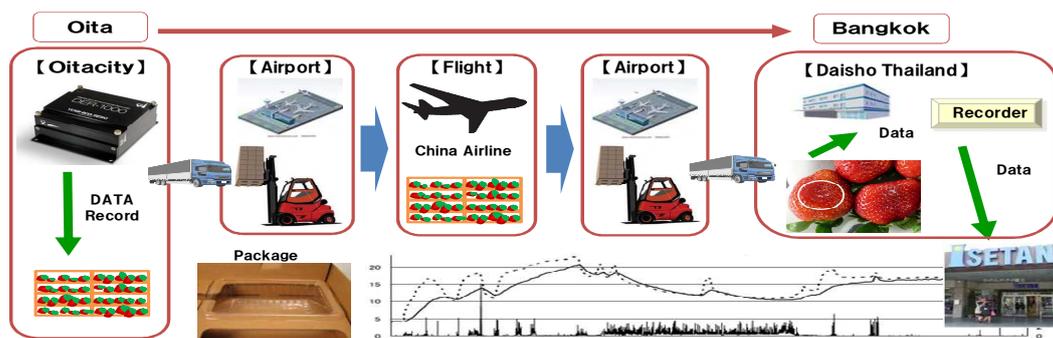


Fig.1 輸送テストの概要

2. 調査方法

2.1 テスト輸送の概要

テスト輸送の概要を Fig.1 に示した。テスト輸送は小ロット輸送とし、国内輸送は宅配便（ヤマト運輸）を利用し、輸出は福水商事（株）が行った。通関手続きを含めた国際輸送は日本通運（株）福岡航空支店が行った。航空便は福岡空港発午前便のタイ国際航空の直行便、現地輸送は委託業者とした。

2.1.1 調査方法

○出荷

JA おおいた杵築選果場（大分県杵築市）から出荷

○出荷先

タイ王国バンコク市（Daisho Thailand Co.,Ltd）

○運送企業

ヤマト運輸（株）及び日本通運（株）福岡航空支店

○輸出企業

ブランドおおいた輸出促進協議会、福水商事（株）

2.1.2 調査時期および供試材料

○平成 24 年 11 月 29 日～12 月 3 日

実際に行ったタイムスケジュールを Table 1 に示した。

○供試材料

大分県産「さがほのか」の 2L 規格 4:3:4 配列の 11 個／パックを供試した。これらをダンボール 5 段積 1 行李を 1 単位とし、一方を対照として供試貨物とした。調査機器は最下段に設置した。

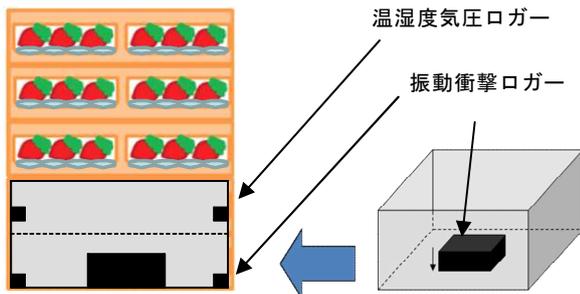


Fig.2 データロガーの設置

○使用機器

Fig.2 のようにアクリル製の固定ベースを作製し、以下の機器をダンボール（DB）内に設置して、最下段で輸送されるようにした。

①輸送環境記録計 1 台（神栄テクノロジー社製，DER-1000），②3 軸振動データロガー 2 台（MK-Scientific 社製，DT-178A），③温度/湿度/気圧データロガー 2 台（MK-Scientific 社製，DT-174B）。

○機器の設定

各機器は記憶容量制限があるため、記憶容量から測定インターバルを設定した。

- ・DER-1000（振動衝撃＋気象用）： 加速度レンジ 50G，トリガーモード：閾値・時間併用モード，フレーム数：1024，サンプリングレート：1ms，閾値トリガーレベル：0.5（0.5G 以上で計測開始），時間インターバル（振動計測用）：15s，温湿度インターバル：30min
- ・DT-178A（振動測定用）： サンプリングレート 5sec，加速度レンジ 15G，フレーム数：87406
- ・DT-174B（気象用）： サンプリングレート 1min

○着荷調査

タイ王国バンコク市の伊勢丹のバックヤードで直接回収し、着荷の内外装検査とイチゴの検品を外観目視により行なった。

3. 調査結果及び考察

3.1 着荷検品結果

基本的に通例行われている包装形態で輸送することとし、出荷の段階では Fig.3 のようにダンボールを結束バンドで固定して出荷した。さらに植物検疫及び通関後、実際行われているように保温性や耐衝撃性を考慮した熱反射性の FS 製断熱緩衝包装を施して空輸した（Fig.4）。着荷検査は出荷から 5 日目販売として想定した 12 月 4 日に量販店バックヤードで実施した（Table 1）。

タイの開封検品では、外部包装の破損汚損は認められなかった。また、内部のダンボールの凹みや汚損などの損傷も認められなかった。



Fig.3 出荷荷姿（選果場） Fig.4 通関後荷姿（日通）

Table 1 輸送行程 (実績)

日別	曜	日本時間(現地時間)	作業概要	備考(温度環境等)
11月29日	木	9:30	イチゴパッキング開始	24°C設定室内JAおおいた杵築支店
		11:00	作業終了	〃 記録開始
		12:00	宅配便杵築センターへ持ち込み	5°C冷蔵庫保存 ヤマト急便杵築市
		14:00	宅配便大分市基幹店へ移動	5°C冷蔵庫保存 ヤマト急便大分市豊海
		18:30~00:00	基幹店で保管	5°C冷蔵庫保存
11月30日	金	0:00~15:50	福岡基幹店へ配送(福岡サービスセンター)	クール便
		10:00~13:00	日通福岡空港支店へ配送	クール便
		13:00~	植物検疫	植物防疫所/福岡支所福岡空港出張所
		17:00~	一時保管	日通福岡航空支店
12月1日	土	終日	保税倉庫	福岡空港内
12月2日	日	終日	保税倉庫	福岡空港内
12月3日	月	10:50	荷積み(航空機積載)	日通福岡空港支店
		11:40	離陸(福岡空港)	
		17:35(15:20)	着陸(スワンナプーム空港)	タイ国際航空
		18:30(16:30)	荷下ろし終了	
			通関手続	スワンナプーム国際空港
		21:30(19:30)	配送(小型冷蔵庫)	5°C(スワンナプーム→高速道→量販店) 約40~60分
22:20(20:20)	伊勢丹着後冷蔵庫保管	5°C量販店バックヤード冷蔵庫		
12月4日	火	13:00(11:00)	開封検品(測定終了)	18°Cバックヤード バンコク量販店 記録終了



Fig. 5 パレット荷姿



Fig. 6 着荷(バンコク)



Fig. 7 着荷のトレイパック



Fig. 8 損傷果

個別パックのイチゴは、出荷時4:3:4の配列からの乱れが大きく、Fig. 7のように出荷時の配列をほとんど留めていなかった。

今回の輸送ではポリウレタン製のFSシートをトレイの中敷きとして使用していたが、イチゴの動揺は制御できずいわゆる「玉おどり」の状態になったと推定される(Fig. 7)。またイチゴもオセなどの損傷果が観察された(Fig. 8)。中敷きは振動吸収に関してある程度効果は期待できるが、実際の振動ではイチゴ間の圧迫や摩擦の抑制は困難である。JA等出荷団体では通常Fig. 6の4パック用ダンボールを用いるが、イチゴを載せてフィルム被覆したトレイと上乘せ蓋(ダンボール製)との間に空間が生じる。トレイ自体はダンボールに固定されていないためトレイに大きな振動・衝撃が与えられた場合には、上部空間は空いているのでその間で大きな動揺が起きる可能性がある。そうした動揺はどの程度の振動衝撃で起

きるのかは再現試験を待たねばならないが、パッケージ全体のデザインの中で考える必要がある。

個別パックは通常イチゴとトレイの間に緩衝材を挟んで出荷されている。今回使用したものは薄型のスポンジタイプのものであったが、輸送中の振動抑制には不十分であった。イチゴはトレイごとOPPフィルムで被覆されるが、選果場段階でのイチゴの圧迫損傷を回避するため緩やかに被覆してトレイに粘着シール接着されている。トレイを軽く振動させれば容易にイチゴが動揺する程度である。このため動揺を抑制するための工夫、すなわちダンボール蓋とイチゴ間のヘッドスペース部分の空間を埋めるなどの工夫が必要である。

またイチゴは形状が不定形であるため、その不規則な空間形状に対応できる緩衝材が必要である。イチゴそのものの損傷は、オセ・スレに加えてカビの発生も認められた。こうした損傷は、着荷検査までの期間が5日間あったことなど収穫調整段階からの潜在的損傷が輸送の間の温湿度、衝撃、気圧の変化によって加速された可能性も否定できない。今後得られたデータをもとに選果場段階での損傷、輸送振動、リードタイムの短縮等を総合的に検討する必要があると考えられた。

3.2 輸送中の振動衝撃

<小ロット配送と宅配>輸送中の振動衝撃については、全体として国内輸送中の方が頻度、衝撃加速度の強さ共に大きかった。配送プロセスを5つに分け、それぞれの振動衝撃の大きさと頻度をTable 2に示した。国内輸送では1G以上の振動衝撃頻度の80%近くが宅配便移動期間中に集中していた。振動衝撃は15Gレベルで通常の荷物移動で起こるレベルの振動と言えるが、頻度が多いため前述のトレイ内イチゴの動揺に影響しているものと推察される。

今回のような小ロット輸送では、宅配便のシステムを

使用することが多い。宅配便のシステムはその効率化のために、選果場に近い集配店から一旦規模の大きな地域の基幹店に集約される。その後、貨物の種類（低温、常温等）、大きさ・重量や配送先にしたがって仕分けされ、当日夜間の間に配送先の基幹店に移動する。基幹店ではさらに配送先によって仕分けされ、配送担当の地域店に移される。

このように配送の効率化のために多くの工程を経る。そのため低レベルの振動衝撃の機会が増えるものと推察される。特に振動衝撃と果実硬度は低温で維持されるため、出荷段階でも果実硬度を意識して着色度7割程度で出荷されるが、イチゴの品質としては着色度が高いほうが良い。果実硬度は逆に低下するため、高品質のイチゴを輸送するためには振動の低減が欠かせないことになる。

また、コールドチェーンの観点からは検品までのリードタイムが5日間と長く、出荷が収穫当日でなければさらに長くなる。これは振動衝撃の回数が多くなるということにもなり、イチゴの品質保持の点で問題と考える。リードタイムの短縮は振動衝撃の総量を減らすことにもつながるため必須である。

<航空輸送>福岡市からタイ王国バンコク市への飛行ルートはいくつかあるが、直行便は現在タイ国際航空一便である。今回はこの便を利用したことと関係があると推

定されるが、DER-1000による測定では1G以上の衝撃の回数は0回であった。小型データロガーのデータでも最大1.6G程度であり、積替えない場合は航空輸送中の（飛行中の）振動衝撃は問題ないという結果であった。しかし、飛行中の振動衝撃に比較すると離着陸時の衝撃は比較的大きく、今回はそれが比較的小さかったことと関係があると考えられる。

<全行程の振動衝撃>傾向として水平方向よりも垂直方向の振動が大きく、日本の国内輸送中の振動衝撃が頻度、大きさで航空輸送中、タイ国内輸送中を上回った。XYZ各方向の振動データをFig.9に示した。国内輸送で全行程最大Gを記録しており、Z軸（垂直方向）で最大13.36G、X軸（水平方向）4.35G、Y軸（水平方向）最大4.18Gであった。これらは前述のように小ロット配送の積替え頻度の多さなどに付随する課題であり、検討の必要があるが産地からフォワードへの直接配送など行程の単純化が重要と考えられた。

謝 辞

本研究の実施に当たって、多大なるご支援を頂いたブランドおおいた輸出促進協議会事務局、JA全農おおいた園芸部園芸販売課、福水商事株式会社貿易課、タイのDaisho Thailand Co.,Ltdに心より御礼申し上げる。

Table 2 輸送中の振動衝撃及び温湿度平均

Start Time: 29/11/12 11:06:01
 Sampling rate: 5sec Samplings: 87406
 Unit: G Mode: Normal

Vector	Max&Min	Date	Average G	Threshold
X	MAX: 4.35	@ 30/11/12 05:34:21	-0.09	NONE
	MIN: -4.94	@ 30/11/12 09:10:26		
Y	MAX: 4.18	@ 30/11/12 08:51:41	0.03	NONE
	MIN: -5.71	@ 30/11/12 03:48:36		
Z	MAX: 13.36	@ 30/11/12 03:48:36	1.14	NONE
	MIN: -1.45	@ 03/12/12 21:36:21		
Vector Sum	MAX: 15.15	@ 30/11/12 03:48:36	1.15	
	MIN: 0.97	@ 03/12/12 16:52:21		

No. 時間	輸送環境	振動データ			衝撃データ		温湿度データ	
		上下	前後	左右	最大加速度 (G)SUM	発生回数 (1G以上)	AVG°C	AVGRH%
1	2012/11/29 12:00~18:00 ヤマト便(杵築→大分市基幹支店)	0.12	0.03	0.04	10.7 16.7	50	13.5	47.7
2	2012/11/30 0:00~10:00 クール便(大分市基幹支店→福岡基幹支店)	0.09	0.03	0.03	15.2 27.3	142	5.8	52.6
3	2012/11/30 10:00~13:00 クール便(福岡基幹支店→空港)	0.15	0.08	0.11	5 8	9	6.4	63.8
4	2012/12/3 11:40~17:30 航空輸送(タイ航空、福岡→スワンナプーム)	0.02	0.02	0.02	1.6 0.5	0	11.5	71.2
5	2012/12/3 21:30~22:20 タイ国内配送(空港→伊勢丹)	0.07	0.05	0.05	9.8 6.9	6	13.5	70.8

注) GSVM 上段のみ DT178-A

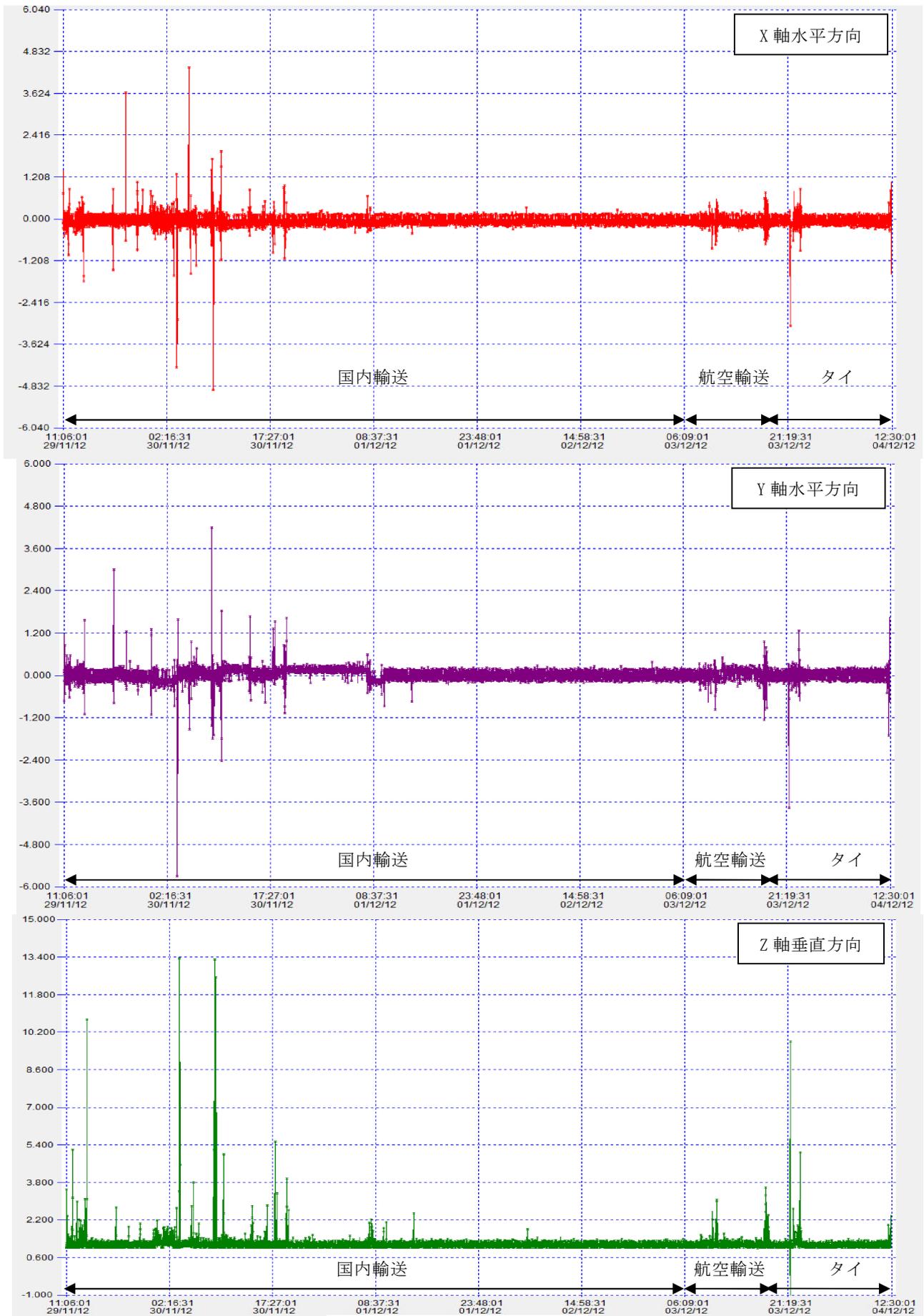


Fig.9 輸送中の振動データ