

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2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 (2nd 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、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」について温度、湿度、気圧等について調査した。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パック詰め段ボールの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梱包内温度、湿度、気圧を調査した。平成24年11月29日、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。

着荷時の検査ではカビの発生が認められ、オセ、スレ損傷も認められた。温度及び湿度は積み替え回数と低温保管庫への入出庫で大きく変動し、輸送期間中の最高温度は22.8℃、最低温度は2.6℃であった。湿度は最低45%、最高96.2%であり、検品時に結露も確認できた。

1. はじめに

近年九州では東アジアへの表玄関として輸出を促進する動きが強化されつつある。その中で農産品など様々な食品が輸出品目の候補として上がってきているが、九州北部ではイチゴの輸出が注目されている。TPPの議論の中でも農産物の輸出は国レベルでも重要な課題となってきたが、それを支える農産物の輸出での流通技術については、コールドチェーンを含めて未完成の部分が多い。

国内市場同様に農産物の鮮度を保ちつつ流通させることは、その商品価値を決定づける大きな要素である。特に鮮度維持のためには最適な包装と温湿度の環境を確保することが必要不可欠である。

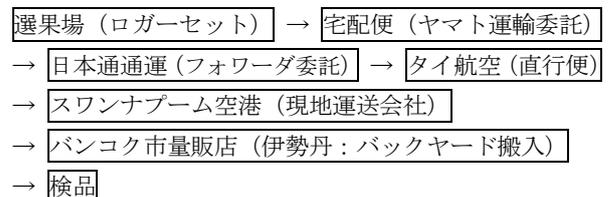
本県でもタイ向けの農産品輸出が試みられているが、青果物の中でも特に温湿度の影響を受けやすいイチゴの輸送適正化が急務となっている。これまでに行った単発的な輸出ではオセ、スレなどの障害や冷凍焼けなどの障害が起こっているが、その要因は推定の域をでていない。また、小ロット輸出は海外量販店での短期集中販売では欠かせない。本県産のイチゴは、その生産の90%が「さがほのか」となっており、北部九州から輸出される「あまおう」の補完的な位置づけで輸出が期待されている。

しかし、海外輸送、特に航空輸送では輸出プロセスの中で国内流通とは異なる様々な行程が含まれるため、イチゴが思わぬ傷害を受けることもある。イチゴを現地の限られた期間内にタイムリーに販売するためには、これからも航空輸送による小ロット輸出は欠かせないため、そのコールドチェーン上の課題を抽出しておくことは極めて重要である。そこで本年度タイ向けのイチゴの小ロット輸出に合わせ、輸送環境のうちコールドチェーンの根幹となる温度、湿度、気圧等について調査すると共に、着荷品質についても考察した。

2. 調査方法

2.1 輸送調査のフロー

輸送試験は、宅配便を利用して福岡経由の航空便（タイ直行便）で輸出されるイチゴの包装に同梱して行った。調査は開始時点で気象測定用データロガーをセットしてバンコクの量販店で回収し検品するという方法をとった。



という流れで測定機器を梱包した貨物を輸送し、梱包内の輸送環境を測定した。

2.1.1 調査方法

- 平成24年11月29日～12月3日
- 出荷及び調製地：大分県杵築市，JA おおいた杵築選果場
- 出荷先：タイ王国バンコク市
- 運送企業：ヤマト運輸(株)及び日本通運(株)福岡航空支店
- 現地協力企業：Daisho Thailand Co.,Ltd ，伊勢丹バンコク

小ロット配送のため選果場でイチゴ包装に調査機器を同梱後、宅配便（ヤマト運輸）で地域配送店（杵築市）から発送した。着荷調査はタイのバンコク市内量販店内で梱包を開封後、外観目視調査を行うとともに気象データ等の回収を行った。

2.1.2 供試材料

- 品種：大分県産「さがほのか」
- 当日収穫後包装したものから選抜して下記の規格で調製したものを用いた。2L規格で4:3:4配列の11個/パック 5段階ボール積1行李を1単位とし他を対照として調査機器を設置した。すなわち下2段の段ボールをダミーとしてバランス、輸送環境記録計を内部の4隅に配置し粘着テープで固定した。
- 使用機器：輸送環境記録計 DER1000（神栄テクノロジー社製）1台，DT-174B（温度/湿度/気圧：MKサイエンティフィック）2台
 - 機器の測定条件設定
 - ・DER1000：加速度レンジ：温湿度インターバル：30min
 - ・DT-174B：温度，湿度，気圧測定用 サンプルングレート1min

3. 調査結果及び考察

11月29日から5日目の12月4日に着荷検品を行った。タイの量販店ではバックヤードでパルク搬入されたものをリパックすることが多いため当日分の青果などはバックヤードの低温保管庫に保管される。今回のイチゴも前日の深夜にバックヤードに運び込まれたもので、着荷までは4日だが販売日までのリードタイムは5日となる。通関前フォワードでの2日間の保管があったため、最短で3日程度に短縮することは可能である。

＜カビ，オセ損傷＞着荷したイチゴはよく冷却されており品温は8℃であった。結露も観察されたが、バンコクの当日の平均気温は28℃であったので比較的品温管理は適正と思われた。

イチゴの損傷の主なものはカビの発生とオセであった。カビの好適環境一般に25℃以上，湿度80%以上ほどだが、イチゴの病害では20℃95%以上が好適環境というものもあるためリードタイムを短くし低温で流通させるということが基本と考えられる。



Fig.1 カビの発生



Fig.2 包装内結露



Fig.3 オセ損傷

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℃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℃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℃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℃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)	タイ国際航空
		17:35(15:20)	着陸(スワンナプーム空港)	
		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(小型冷蔵車)	5℃(スワンナプーム→高速道→量販店) 約40~60分
12月4日	火	22:20(20:20)	伊勢丹着後冷蔵庫保管	5℃量販店バックヤード冷蔵庫
		13:00(11:00)	開封検品(測定終了)	18℃バックヤード バンコク量販店 記録終了

カビの発生は他に数パック認められたが、損傷としてはオセ・スレ損傷が最も顕著で、一定の箇所が発生したのではなく果実の表面に一樣に認められた。こうした傷害は、着荷検査までの期間が5日間あったこともあり、収穫から出荷調整の段階で潜在的に受けた傷害がリードタイムの長さ、あるいはその間の温湿度、衝撃によって加速されたという要因も排除できないが、選果場段階での傷害、輸送振動、リードタイムの短縮等を総合的に解決する必要があると考えられた。

<温湿度>輸送中の品質変化に影響を与える要素としては振動衝撃と同程度で温湿度の影響が大きいと言われていいる。特に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場合が多い。今回も7割着色程度で出荷されたものだが、リードタイムが長く、Table 1のように通関検疫のタイミングによっては運送会社の保管倉庫でのロスタイムが生じる場合がある。こうした期間は8℃程度の低温で保持されるが、その前後の温度差で結露が生じることが多い。また今回の輸送期間中の最高温度は22.8℃で最低温度は2.6℃であった。この温度差で湿度が高ければ確実に結露していることが予想される。実際バックヤードから出して開封したイチゴのフィルムも直ちに結露した。結露は直接カビの発生に結びつくことになる。したがって低温倉庫での長期滞留だけでなく、全体としてのリー



Fig. 4 輸送中の包装内温度

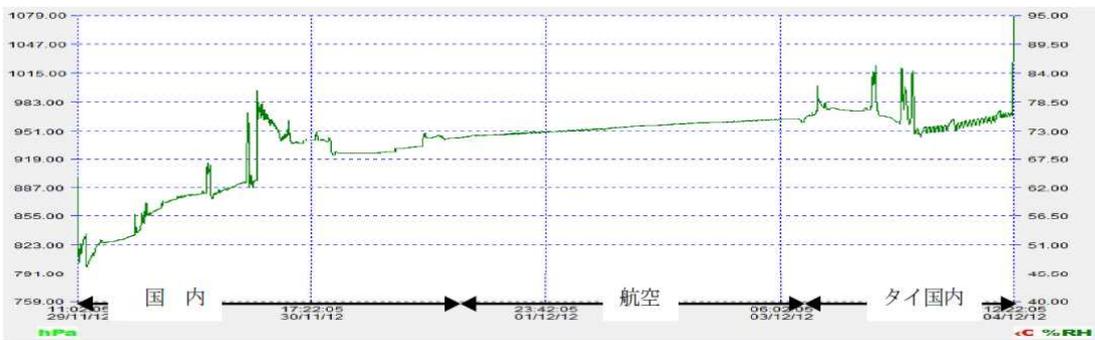


Fig. 5 輸送中の包装内相対湿度

Table 2 輸送中の温湿度 (総合)

Start Time: 29/11/12 11:01:44 End Time: 04/12/12 12:20:44 Altitude:0
 Sampling Rate: 1mins
 Samples: 7280
 Air Pressure Alarm High: 1100 hPa Alarm Low: 700 hPa
 Temperature Alarm High: 38.0 ° C Low: 0.0 ° C
 Relative Humidity Alarm High: 90.5 %RH Alarm Low: 30.5 %RH

	Max & Min	Date	Average
Air Pressure	MAX: 1026.6 hPa MIN: 811.6 hPa	@10:19:44 01/12/12 @15:31:44 03/12/12	AVG: 1011.3 hPa
Temperature	MAX: 22.8 ° C MIN: 2.6 ° C	@11:03:44 29/11/12 @10:15:44 30/11/12	AVG: 9.1 ° C
Relative Humidity	MAX: 96.2 %RH MIN: 45.0 %RH	@12:18:44 04/12/12 @12:15:44 29/11/12	AVG: 70.5 %RH

ドタイムの長さはイチゴの損傷拡大に影響すると考えられる。

今回の輸送は小ロットであるため、国内の宅配便を利用している。今回の宅配便の場合 Table 1 に示すように貨物を預託した地域店から県の基幹店に集積され、更にそこで仕分けされて高原地帯を通る高速道路経由で福岡の基幹店に配送されている。さらにそこから空港に近い地域店に配送され、日本通運福岡航空支店に配送されており、積み替え回数が増える原因ともなっている。小ロット配送ではこうした積み替え回数的问题も大きいと考えられた。

湿度は、国内輸送が11月末であったこともあり外気温は10℃台で推移していたが、イチゴの鮮度保持最適温度は0℃近辺であることから冬季であっても低温輸送は欠かせない。相対湿度は45%から96.2%まで推移しており、タイのバンコク市が高温多湿であることから湿度の上昇は避けられない。湿度は一定した上昇ではなく、積み替えによると考えられる一時的な上昇が課題である。その際に結露しやすい環境となり、カビの発生に結びつきやすいと推察される。このため積み替え回数の低減は振動衝撃やリードタイムの短縮とともに高品質輸送にとって

重要な要素と考えられた。

<気圧の影響>国内での移動は大分県から福岡県に至る大分高速道路の別府・玖珠 IC 間で九州最高地点 734m を急な上りで通過するため気圧低下も急であった。航空機では、通常機体強度や居住性を考慮して 0.7~0.8atm に調整されているが、811.6hPa まで低下した。気圧変化の影響は確認できなかったが、800hPa では容器包装の耐圧性からは無視できない範囲であり、潜在的な傷害への影響は否定できない。

<リードタイム>航空機の環境及び輸送条件からリードタイムを短縮することは可能である。Fig. 7 の輸出モデル行程で1日目の卸売市場や仲卸のプロセスも調整で短縮可能であるし、小ロットの場合は低温輸送車で直接産地からフォワーダ倉庫に直送することも可能である。また、植物検疫に合わせて産地輸送の担い手とフォワーダが連携すれば祝休日の倉庫保管を避けられる。プロセスの簡略化を進めれば、福岡バンコク間のフライト時間は4時程度であり、国内輸送と差のない流通体を組むことは可能である。温湿度を含めた流通上の課題はまずリードタイムの短縮で低減あるいは解消することができる場合が多いと考える。

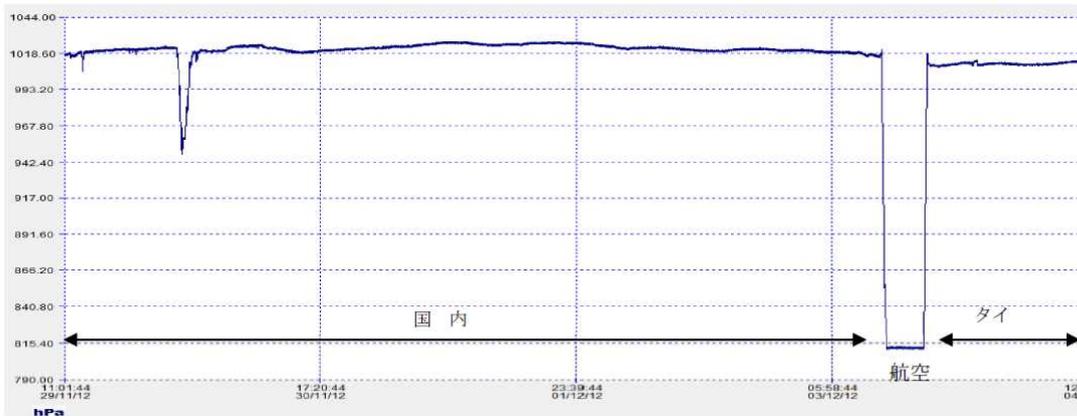


Fig. 6 輸送中の包装内気圧

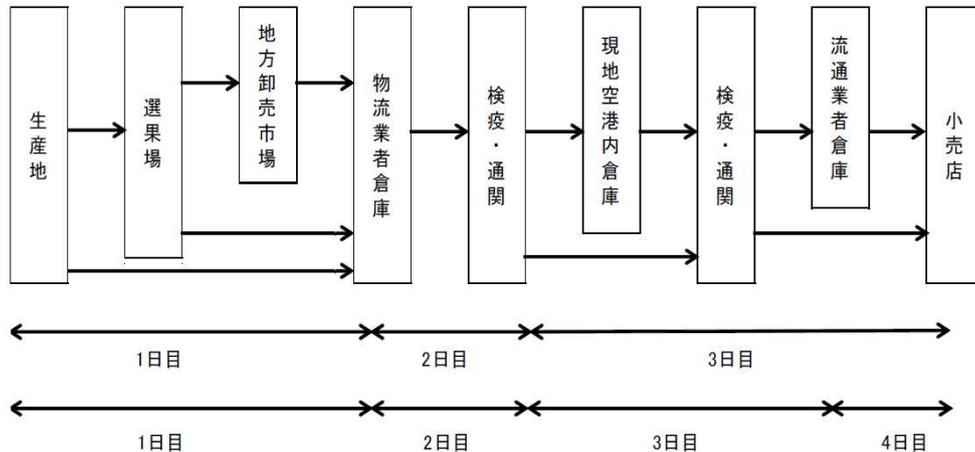


Fig. 7 輸出のモデル行程