



## 冷凍・冷蔵貨物の事故防止について

## Loss Prevention for Reefer Cargo

### その2 Reefer Carrierにおける冷蔵貨物の事故

### Case2 Accident to Fresh / Chilled Cargo on Reefer Carrier

#### 序 章

前回は冷凍冷蔵運搬船における冷凍貨物の事故防止について取り上げましたが、今回は冷蔵貨物の事故防止についてお話しします。

冷蔵貨物に於いても冷凍貨物と同様、本船の Hatch Cover、Grating、甲板、隔壁等に不具合がなく、Air Trunkの詰まり、貫通パイプ及びTank Top等のInsulationに破損がないことが重要ですが、冷凍貨物に比べて冷蔵貨物は温度変化に敏感であるものが多く、凍結と共に急激な温度変化も損害に結びつきます。従って、冷凍機に故障や不具合がなく十分な冷却能力があるか、最小限の温度のブレで指定輸送温度(帯)を維持できるように調整・運転されているかといった、冷凍機の状態・状況が貨物に及ぼす影響は非常に大きいものがあります。

また、湿度及び炭酸ガスの濃度により損害を受けるものもあり、これらを調節するために船倉内の換気を必要とすることから、換気関連機器の作動状態も貨物事故に対して重要な要素となります。一方、貨物が柔らかい状態であり、直接圧力が加わると変形・破損・圧潰を引き起こすことから、梱包ケースの状態にも十分な注意が必要です。

#### Introduction

In the previous issue, we discussed prevention of the accident to frozen cargo. This time, we will cover fresh / chilled cargo.

Similar to frozen cargo, it is important for carriage of fresh/chilled cargo by reefer carriers which are equipped properly in sound conditions with Hatch Covers, Gratings, Decks and Bulkheads etc. and well maintained Air Trunks, Insulation of Pipes and Tank Tops. Furthermore, it is of the utmost importance that the refrigerating units have enough cooling power to keep designated temperatures with minimum deviation since fresh/chilled cargoes are very sensitive to the temperature changes.

Fresh/chilled cargoes are also subject to delicate changes in humidity and/or CO<sub>2</sub> gas density, which means that performance and maintenance of the ventilator equipment are indispensable factors to be monitored and/or controlled. At the same time, the most fresh/chilled cargoes are soft and tender so that their cases/packages need to be strong enough to protect them from deformation, breakage or crush in transit.



## 1 冷蔵貨物の特徴

冷蔵貨物の特徴と輸送における注意点及び異常が発生した場合の影響としては次のようなものがあります。

- a) 貨物を指定輸送温度以下にしない。(凍結した場合は緩慢凍結となり組織が破壊される。)
- b) 肉類は指定輸送温度が凍結温度に極めて近い。(凍結した場合は緩慢凍結となり組織が破壊される。貨物温度が上昇した場合は変質して賞味期間が短くなる。)
- c) 一部の生鮮青果物は、貨物温度が指定輸送温度(帯)から僅かに外れただけでもクレームとなる。(バナナの場合、13℃から14℃の範囲内で輸送しなければならず、貨物温度が13℃以下になると低温障害が起こり、14℃以上になると追熟が始まる。)
- d) 生鮮青果物は密閉梱包されておらず外気に直に触れていることが多い。(急激な温度変化による果面の発汗即ち湿気の凝結はカビの生育を促進する。)



バナナ低温障害 (Chilling injured banana)

## 1 Uniqueness in Fresh / Chilled Cargo

The features of, and the points to be noted in the fresh/chilled cargo transportation are as follows :-

- a) Never cool down below the designated temperature (or it will freeze and destroy the tissues of the cargo, losing its market value completely)
- b) The designated temperature for carrying meat and meat products is very close to (but above) the freezing point. (Once frozen, the tissues are broken, and if warmed, the “best-before” dates are shortened, losing the market value in either case)
- c) Some of fresh fruits and vegetables are apt to be claimed against the very minor deviation from the designated temperature. (In case of bananas, for example, 13℃~14℃ must be maintained, otherwise they will decay (below 13℃) or over-ripen (above 14℃).)
- d) Fresh fruits and vegetables are packed in ventilative cartons and exposed directly to the ambient air (drastic change in temperature may cause sweating on cargo and resultant molds).
- e) Fresh fruits and vegetables are breathing even after their harvest, in-taking oxygen (O<sub>2</sub>) and releasing carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) and water (H<sub>2</sub>O). The higher the ambient temp, the faster they breathe. The CO<sub>2</sub> in proper density control the breathing to keep it fresh while CO<sub>2</sub> in too high density will cause decay. Low moisture may dry up their surface while too high moisture

e) 生鮮青果物は収穫後も生きて呼吸をしており、酸素を吸って炭酸ガス及び水分を出している。(呼吸は温度が高いと速くなり、低いと遅くなる。適度な炭酸ガス濃度は呼吸を抑えて新鮮さを保つが、高すぎると変質・腐敗の要因となる。湿度が低すぎると乾燥により果面が萎縮し、高すぎると気孔が開いて病原菌が侵入しやすくなる。)

f) 段ボールケースで強度を保持して貨物を保護している。(水濡れなどによってケースが強度を失うと、荷崩れなどにより貨物が潰れる。)

## 2 事故の原因

貨物温度、湿度、炭酸ガス濃度及びケースの異常の原因は冷凍機、換気関連機器及び荷役機器の不具合又はこれらの不適切な操作に起因するものと考えられます。

### a) 冷凍機に係るもの

- 1) Compressor (圧縮機)  
モーター及び配線等からの漏電。モーター及びピストンの焼付き。リキッドバック。オイルハンマー。
- 2) Valve  
Delivery Valve (吐出弁) の故障。  
Expansion Valve (膨張弁、自動/手動) の故障。
- 3) Evaporator (蒸発器) ファン  
発停不良・故障。
- 4) Condenser (凝縮器)  
不凝縮ガス(空気等)の滞留。冷却水の不足。

causes their pores to open and invite germs and virus.

f) Corrugated board cartons protect the cargo inside. Once the carton gets wet to lose its strength, cargo may be crushed and lose market value.



バナナ追熟 (Yellow)

## 2 Cause(s) of Accident

Above-noted troubles in terms of Cargo Temperature, Humidity and/or CO<sub>2</sub> emission, as well as the damaged cartons, are caused by irregular operations and/or defective equipment of Refrigerators, Ventilators and/or Cargo Handling Gears.

### a) Refrigerators

The following defects should be checked carefully.

- 1) Compressor  
Short circuit of its motor and/or wire.  
Burning motor and/or piston.  
Liquid Back. Oil Hammer.
- 2) Valve  
Breakdown of Delivery Valve and/or Expansion Valve (automatic, manual).
- 3) Evaporator Fan  
Malfunction, breakdown.
- 4) Condenser  
Uncondensed gas (e.g., air) remains.  
Shortage of cooling water.



5) Coolant

充てん量の不足。Pipeの亀裂・詰り。  
配管内への空気・水分・オイルの混入。

6) 温度調節器

作動不良・故障。Calibration [船倉内温度と設定(表示)温度の差の校正] 不良。

Compressorの不具合は、絶縁不良、潤滑油の不足・不良、Accumulator (油分離器) 不良及び、潤滑油の流入等により発生し、冷凍機の停止・起動不能といった致命的な障害となって「冷やす」ことができなくなり、船倉に積載されている貨物全ての著しい品質劣化・腐敗を招きます。

Valveの不具合は、開閉不良や開度調節不良といった故障により、Evaporator及びCondenser内が異常圧力となってCoolantの十分な気化(熱の吸収)又は液化(熱の放出)が行われず、冷却能力が低下して貨物温度の上昇を引き起こします。

Condenser内の不凝縮ガスの滞留、冷却水の不足、Receiver (受液器) 内・Strainer (こし器) ・Pipeの詰り及びCoolant配管内への空気・水分・オイルの混入も、同様の理由から冷却能力が低下して貨物温度の上昇を引き起こします。

ファンの故障による停止は、船倉へ冷気を十分に供給できなくなることで冷却能力が低下し、また、Coolantの充てん量の不足やPipeの亀裂からの漏出は、Coolantそのものの量が不足してEvaporatorで吸収できる熱量が小さくなることで冷却能力が低下し、それぞれ貨物温度の上昇を引き起こします。

また、温度調節器の作動不良やCalibration不良は冷気の温度が調節できなくなり、貨物温度が指定輸送温度から外れて貨物の品質劣化を招いたり、船倉内の冷気吹出し口付近の一部の貨物が凍結又は冷凍障害を起こしたりします。

5) Coolant

Insufficient supply. Pipes cracked and/or clogged. Foreign matters like air, water and/or oil mixed.

6) Regulator

Malfunction and/or breakdown.  
Calibration inaccurate (incorrect marking of temperature units)

Compressor malfunction is caused by poor insulation, shortage/mismatch of lubricant, accumulator malfunction, and/or ingress of lubricant. These factors will jointly or individually lead to a fatal accident to the compressor such as breakdown of the whole refrigerator system, affecting all the cargo stowed in the hold to deteriorate in quality or decay.

Valve malfunction will cause irregular gas pressure in Evaporator and/or Condenser, which hinders Coolant from evaporating (to absorb heat) and/or liquidating (to emit heat), resulting in excessive heat and/or insufficient cooling capacity causing damage to the cargo in the hold.

Condenser malfunction may also cause cargo damages by improper temperature through shortage of cooling water, remains of uncondensed gas, clogged Receiver/Strainer/Pipes, ingress of air/water/oil into coolant pipes, etc.

Air Blow Fan breakdown will cause insufficient cooling in the hold, in the same way as Short Supply of Coolant and/or Leakage of Coolant through Pipe Cracks which cause less absorption of heat, resulting in short cooling power.



### b) 換気関連機器に係るもの

- 1) Ventilator (換気装置) 作動不良・故障。
- 2) 二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) センサー検知不良・故障。

これらの不具合により必要に応じた船倉内の換気ができなくなり、生鮮青果物の呼吸による酸素の減少及び炭酸ガスの増加や貨物が無酸素呼吸状態となり、炭酸ガスの鬱積による果実の変質や発酵現象による腐敗が起こります。

### c) 荷役・機器操作に係るもの

- 1) 貨物積載前の船倉内換気の不実施。
- 2) 船倉内及び使用予定Dunnage (荷敷き) 類のPre-cooling (予冷) の不実施。
- 3) 荷役作業中の冷凍機の使用法の誤り。
- 4) 貨物全体の空気の流れを確保する積付けの不実施。
- 5) 荷役作業中断中のWeather Hatch閉鎖の不実施。
- 6) 雨中荷役の実施。
- 7) デフロスト作業の誤り。



ケース水濡れ (Wet damage to cases)

Regulator breakdown/malfunction and/or inaccurate Calibration will lose control of temperatures, causing deterioration in quality by deviation from the designated temperature, or in other cases, frozen and chilling injured damage to a part of cargo stowed near the blower.

### b) Ventilator and relative equipment

The following malfunction may also cause damage to fresh/chilled cargo.

- 1) Ventilator malfunction/breakdown
- 2) CO<sub>2</sub> Sensor calibration error/breakdown

These apply particularly to fresh fruits and vegetables, causing decrease of oxygen and/or increase of CO<sub>2</sub> in the hold, leading to decay/fermentation/germination of the cargo.

### c) Cargo handling and/or Equipment control

The following are examples of cause of damage to fresh/chilled cargo.

- 1) Failure in pre-ventilation of cargo hold.
- 2) Failure in pre-cooling of cargo hold and dunnages.
- 3) Wrong handling of cooling system during cargo loading/unloading.
- 4) Improper stowage of cargo failing to circulate cooling air for all the cargo.
- 5) Failure in shutting down Weather Hatch during intermission of cargo handling.
- 6) Cargo operation in the rain.
- 7) Wrong/improper defrosting.



一部の生鮮青果物については、船倉内及びDunnage類の予冷、荷役中・後の冷凍機・Ventilatorの運転方法、前航貨物との関係による積載前の船倉内の換気及び梱包形状(ケースの空気穴位置)に合わせた積付けなどについて荷主から指示が出る場合があります、これらを確実に実施しないと貨物温度の上昇や貨物の追熟及び、果面の発汗によるカビ付きを引き起こします。また、荷役作業中断時のWeather Hatchの閉鎖について荷主の指示がある場合も、これを遵守しないと貨物温度の上昇や貨物の追熟・カビ付きを引き起こしますさらに、雨中荷役を行ったりバルブ操作の誤りや排出口の詰りによって冷凍機のデフロスト水を船倉内に溢れさせたりして貨物のケースが水濡れした場合、強度を失って荷崩れを起こし、貨物の破損・圧潰を引き起こします。



貨物圧潰 (Crush of cargo)

In some cases of fresh fruits/vegetables shipment, cargo owners will issue specific loading instructions, designating a particular way of pre-cooling of cargo hold and dunnages, modus operandi of refrigerators/ventilators during/after cargo operation, pre-ventilation of cargo hold depending on the previous shipment therein, and/or specific manner of placing packages in the hold to secure air circulation (through the holes/openings of the cartons/crates). Failure in following exactly such instructions as above will lead to the increase/decrease of pulp temperature of the cargo involved, causing over-ripening and/or decay and/or germination. In case cargo owners instruct to close Weather Hatches when cargo operations are suspended, failure in so doing will also cause over-ripening/decay/germination as well. Cargo operation in the rain, valve miss-handling or clogged exhaust pipes will overflow the defrost water from the refrigerator into the hatch, will certainly weaken the packages, which in turn will cause collapse of cargo stowage and result in damage to and/or crush of cargo in question.

### ③事故を防ぐには

以上のことから、事故を防ぐためには

- I 温度(帯)の維持
- II 湿度・CO<sub>2</sub>の管理
- III 各種機器の適切な運転・操作

といったことに留意する必要があります。積荷前、積荷中及び積荷後の冷凍機の状態、換気関連機器の状態、運転・操作の方法及び、荷役の状況などについて次のような現象に注意し、各々併記されている一般的なものを含めた原因について点検を行い、不具合・不良の早期発見と速やかな対処(交換・修理・補充・調整・除去・改善等)の実施が有効です。

損害防止のためのチェックリストは以下のとおりです。

#### a) 冷凍機

- 1) Compressorは起動するか。
- 2) Compressor運転時に異常なうなりはないか。
- 3) Compressor運転時に異常な叩き音はないか。
- 4) Compressorの高圧側圧力が異常に高く(低く)ないか。
- 5) Compressorの低圧側圧力が異常に高く(低く)ないか。
- 6) 船倉内の温度が指定温度(帯)から外れていないか。

#### b) 換気関連機器

- 1) 船倉内のCO<sub>2</sub>濃度が異常に高く(低く)ないか。
- 2) Ventilator及びダンパーは正常に作動・開閉するか。
- 3) CO<sub>2</sub>センサーに連動しているか。

### ③ Prevention of Loss/Damage to Fresh/chilled Cargo

From the above mentioned discussions and reasons, it is necessary to care the following to prevent damages to fresh/chilled cargo;

- I Maintenance of designated temperature (range)
- II Control of humidity and CO<sub>2</sub>
- III Effective use of equipment

and also by being watchful, before, during and after cargo operation, on the conditions of refrigerator, ventilator and related equipment, checking out the modus operandi including but not limited to the following phenomena, and check the causes in general as stated, and respond quickly (by replacing / repairing / supplying / adjusting / removing, or improving) to the malfunction and/or breakdown :

The following are the check list for loss prevention.

#### a) Refrigerator

- 1) Compressor starts quickly?
- 2) Compressor sounds irregular humming?
- 3) Compressor sounds irregular knocking?
- 4) High side pressure showing irregular high (low) point?
- 5) Low side pressure showing irregular high (low) point?
- 6) In-hatch temperature is out of designated temperature (range)?

#### b) Ventilator and related equipment

- 1) Density of CO<sub>2</sub> in hatch irregularly high (low)?
- 2) Ventilator/damper work (open/close) correctly?
- 3) Or else function as geared to CO<sub>2</sub> sensor?



JAPAN P&I CLUB

P&I ロス・プリベンション・ガイド

P&I Loss Prevention Bulletin

### c) 荷役・機器運用

- 1) 船倉内及び使用Dunnage類のPre-cooling  
は荷主の指示通りに行っているか。
- 2) 貨物積載前の船倉内換気は荷主の指示通り  
に行っているか。
- 3) 荷役中の冷凍機・Ventilator使用は荷主の  
指示通りに行っているか。
- 4) 荷役中断時はWeather Hatchを閉鎖しているか。
- 5) 貨物は荷主の指示通りに積み付けられているか。
- 6) 貨物のケースが水濡れしていないか。
- 7) デフロスト水の排出口がゴミなどで詰まっていな  
いか。
- 8) デフロスト水の排出バルブ操作に誤りはないか。
- 9) デフロスト水が冷凍機室内や船倉内に溢れ出  
していないか。

以上

### c) Cargo Operations and Equipment Usage

- 1) Pre-cooling of hold and dunnage performed  
as instructed by cargo owner ?
- 2) Pre-ventilation of hold performed as  
instructed by cargo owner ?
- 3) Refrigerator/Ventilator during cargo  
operations maneuvered as instructed by  
cargo owner ?
- 4) Weather Hatch closed when cargo  
operation suspended ?
- 5) Cargo stowed as instructed by cargo  
owner ?
- 6) Cargo cases wetted or not ?
- 7) Exhaust for defrost water clogged with  
garbage ?
- 8) Defrost water valves controlled  
correctly ?
- 9) Defrost water ingress into refrigerator  
room and/or cargo hatch ?

End

協力:財団法人 新日本検定協会

With collaboration from Shin Nihon Kentei Kyokai (SK)



JAPAN P&I CLUB

日本船主責任相互保険組合

ホームページ <http://www.piclub.or.jp>

- 東京本部 〒103-0013 東京都中央区日本橋人形町2丁目15番14号 .....Tel:03-3662-7401 Fax:03-3662-7268  
Principal Office (Tokyo) 2-15-14, Nihonbashi-Ningyocho Chuoh-ku, Tokyo 103-0013, Japan
- 神戸支部 〒650-0024 兵庫県神戸市中央区海岸通5番地 商船三井ビル6階.....Tel:078-321-6886 Fax:078-332-6519  
Kobe Branch 6th Floor Shosen-Mitsui Bldg. 5, Kaigandori Chuoh-ku, Kobe, Hyogo 650-0024, Japan
- 福岡支部 〒812-0027 福岡県福岡市博多区下川端町1番1号 博多東京海上日動ビル6階・・Tel:092-272-1215 Fax:092-281-3317  
Fukuoka Branch 6th Floor Hakata Tokio Marine Nichido Bldg. 1-1, Shimokawabata-machi, Hakata-ku, Fukuoka 812-0027, Japan
- 今治支部 〒794-0028 愛媛県今治市北宝来町2丁目2番地1.....Tel:0898-33-1117 Fax:0898-33-1251  
Imabari Branch 2-2-1, Kitahorai-cho, Imabari, Ehime 794-0028, Japan
- ロンドン駐在員事務所 150-152 Fenchurch Street, London EC3M 6BB U.K. ....Tel:44-20-7929-4844 Fax:44-20-7929-7557  
London Liaison Office: The Office has moved into the above location on 13 July 2005.  
Telephone and Facsimile numbers have changed as above.