

青果物の鮮度保持システム（第7回）

第1章では青果物の収穫後の生理作用、鮮度低下要因および対策について簡単にふれました。第2章では収穫された青果物を選果・選別し、予冷処理をした後に消費地へ運ぶ途中における問題点と対策について言及します。

第2章 青果物の輸送

社会的変革や交通手段の発達により、青果物の生産は小地域内自給的消費型から地域外依存遠隔地輸送型へ変化してきています。

その結果、消費地に届くまでの時間や距離が長くなってきています。

また、消費志向の高度化に代表されるように、消費者の鮮度に対する評価は厳しくなっており、輸送中に鮮度を低下させないことが求められています。

1 輸送中の環境条件

産地から消費地までの距離が長くなると、その間に種々の環境条件が青果物の品質に影響します。

環境条件としては、振動、温度および湿度があげられます。

1) 振動

振動の強さは振動によって生じる加速度（G値）で表示されます。

任意の瞬間に作用する力は、物体の重量と加速度の積で表されます。

たとえば、2段詰めの一いちごの下段に2G（未舗装の道路を20~40kmで走行した場合に発生）が生じると、いちご1個の重さを20gとすると、下段のイチゴに加わる衝撃度は次のとおりになります。

$$2(G) \times (20g(m_1) + 20g(m_2)) = 80g$$

G：加速度　m₁：イチゴ重量　m₂：上段のイチゴ重量

軟皮果実類は、打撲や摩擦に対して非常に弱く、限界点が1Gとの報告があることから、詰め方を平詰めに変えることと、緩衝材を加えることがダメージを抑えるうえで効果的と思われれます。

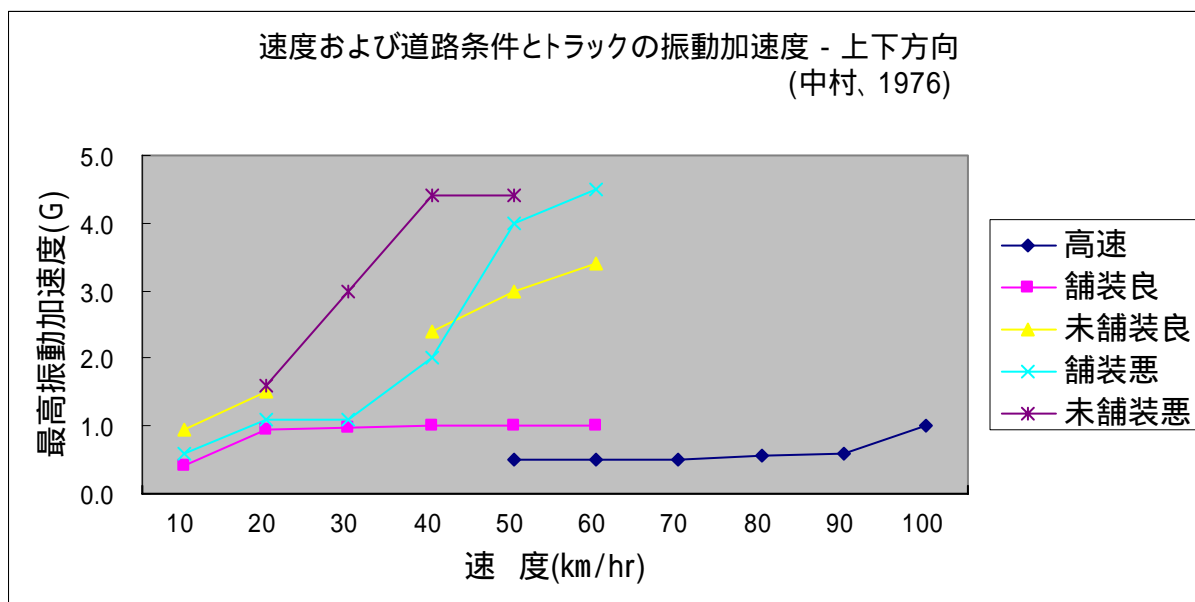
表 青果物の種類と振動による損傷に対する抵抗性(中村、1977)

類 型	種 類	輸送中の振動加速度に耐えられる限界点
打撲、摩擦のいずれにも強い	カキ、柑橘類、トマト(未熟)、根菜類、ピーマン	3.0 G
打撲に弱い	リンゴ、トマト(成熟)	2.5
摩擦に弱い	ナシ、ナス、キュウリ、結球野菜類	2.0
打撲、摩擦のいずれにも弱い	モモ、イチゴ、スイカ、バナナ、軟弱葉菜類	1.0
脱粒	ブドウ	1.0

トラックによる振動は積載量、積荷位置、運行速度、道路条件などに影響されますが、特に大きく影響するのは運行速度と道路条件です。

悪路の場合、走行速度が増すと振動が強くなります。

しかしながら、舗装道路、高速道路では速度に関係なく、加速度の増加は僅かであることから、道路条件が重要になることが伺えます。



青果物自体に傷が発生しなくても、振動は青果物の生理に影響をおよぼし、振動が加わると呼吸作用が活発になり、その結果、呼吸熱による品温の上昇など、鮮度保持の面でマイナスの要素が生じます。

2) 温度

青果物の鮮度保持を行う上で低温管理が必要ですが、輸送中も温度制御をしないと青果物自体の温度は外気温に支配されて上昇します。密閉された庫内で輸送されると、外気温以外に振動や摩擦により呼吸熱が発生し、品温を高め、さらに鮮度低下を促進させる結果になります。

3) 湿度

段ボールに青果物を封入すると、1日以内に箱内相対湿度は95～100%に達し、段ボールは湿度を吸収します。その結果、段ボールの強度が低下して、数段に重ねて積まれた場合に、下段に置かれた段ボール箱は壊れ、二次的に箱内の青果物は損傷するケースがあります。

2 青果物の輸送耐性

青果物は本質的には非常に大きい衝撃に対して抵抗性を持っています。しかし、箱詰め状態で輸送する場合は種々の要因(振動、呼吸熱、二次運動(回転、共振))が相乗的に複雑に関与してくるため、小さな加速度で損傷を受けます。

実際の輸送で青果物がどの程度の加速度に耐えられるかは品種によって異なり、それ以外にも栽培条件、熟度、大きさなどの条件によって変動します。

1) 振動に対する抵抗性

青果物の振動に対する抵抗性は、組織内外部の構造、内部柔組織の硬度、皮層部の引張り強度が影響しています。

輸送中の青果物に静的加重（自らの重量）以外に動的加重（振動）が青果物自体の衝撃に対する抵抗性を超えると、変形が生じ、変形量が一定限界を超えると組織が破壊されます。

変形が生じはじめる力は**生物降伏点**と呼ばれ、破壊に至る力を**破壊点**と呼んでいます。

従って、青果物の輸送条件の設定する場合は生物降伏点が指標になります。

青果物は縦と横の力に対して異なる抵抗性を示し、縦の方が横からの力に対して抵抗力は大きいので、力の方向によって強度に差があることに注意して箱詰めする必要があります。

また、障害が発生しない程度の振動であっても、反覆することにより青果物自体の強度を低下させて、損傷するケースがあります。

2) 青果物側の条件

品種によって、振動に対する抵抗性に差があります。

イチゴでは食味以外に輸送性も新品种を導入する場合の重要な要因で、硬度が高い品種が現在流通されています。

果実類は熟度の進行に伴い、果肉強度は低下します。

温度が低いほど強度が高まるので、低温流通や朝採りは傷みを抑える効果があります。

萎れが強いほど振動に対する抵抗性は低下します。

大果ほど輸送中の損傷を受けにくい。

青果物の表面に傷が付くとそこから組織の破壊が進みます。（**応力集中現象**）

栽培条件が青果物の硬さや強度に影響します。

肥料では、リン酸やカリウムは振動に対する抵抗を大きくさせ、窒素は小さくします。多湿条件や高温条件で栽培されたものは強度を低下させます。

消費者に品質の良いものを提供することからも、産地側は出荷先、流通期間およびその間の取り扱い状況を考慮したうえで、栽培面での諸条件や収穫適期を選定するとともに、商品にあった荷造りすることが求められます。資源循環型社会の構築の点からも過剰な包装は慎むべきことですが、商品として取り扱われることから、荷傷みが生じにくい包装形態は取り入れる必要があるものと考えます。