

第13回 収穫後の鮮度保持

1. 果皮色

果実の着色には温度と光が関与しているが、温度条件が主たる要因で温度が高いほど着色は進み、温度が同じ場合には光があるところで着色は早くなる。たとえば、冬春イチゴの低温期の栽培の場合、光条件のよい方が着色が進むとされる。しかし、収穫後の果実では暗黒下でも着色は進行するので、基本的には光は必ずしも必要としない（第1表）。

第1表 アスカルビーの不完全着色果²⁾における温度および光が収穫後の着色に及ぼす影響

測定項目	測定部位	調査時期	暗黒			10 Klux		
			10°C	20°C	30°C	10°C	20°C	30°C
着色 ¹⁾	表面	収穫時	26.7	23.5	29.1	27.3	24.6	26.6
		収穫1日後	29.3	30.1	34.3	34.4	35.0	36.1
		収穫3日後	31.1	33.2	41.4	40.2	41.4	43.1
	裏面	収穫時	1.2	3.1	2.9	5.0	3.9	2.4
		収穫1日後	4.9	11.3	18.6	12.5	19.3	20.5
		収穫3日後	9.5	19.9	28.1	24.2	29.6	37.7
着色程度 ³⁾	果実全体	収穫時	7	7	7	7	7	7
		収穫1日後	7	7	8	8	9	9
		収穫3日後	8	9	9	9	10	10

z 着色程度7の果実

y 着色を示す数値は $L^*a^*b^*$ 表色系値の $1000 \times a^* / (L^* \times b^*)$ の値で示した

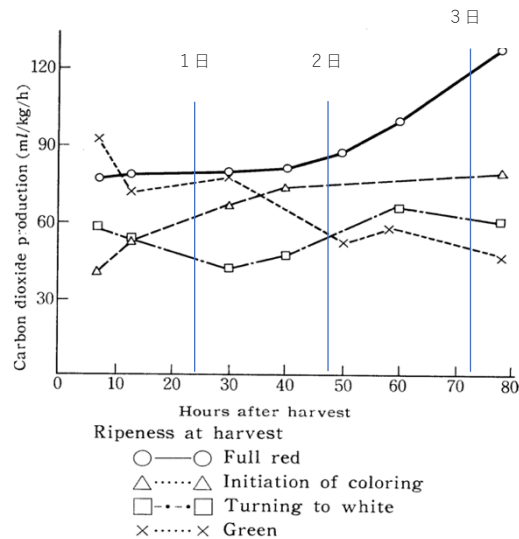
x 着色始め(0)～完全着色(10)および過熟(11)の12段階に数値化して示した

‘とよのか’など色素含量の少ない品種では「玉出し」によって光条件を整えて、アントシアニンの生成を促進する必要があるが、色素量の多い‘信大 BS8-9’のような品種では高温と過剰な光量はアントシアニン含量が増えすぎて、黒ずみ果の発生を助長してしまうので注意する必要がある。したがって、可能な限り果実温度が上がらないうちに収穫することと、収穫後はハウス内に放置せず、収穫トレゴとにすみやかに冷蔵庫に搬入することが必須である。また、調整は冷房設備のある部屋で行い、果実と部屋の温度差をできるだけ小さくする。

2. 呼吸量

果実は熟して食べ頃になる時に、呼吸量の高まりとともに追熟していくクライマクテリック型(respiratory climacteric type)と、呼吸量の高まりのない非クライマクテリック型(non-climacteric type)に大別される。クライマクテリック型果実には、リンゴ、モモ、ナシ、アボガド、バナナ、マンゴー、メロン、トマトなどがあり、非クライマクテリック型果実としては、ミカン、ブドウ、イチジク、

サクランボ、スイカなどがある。イチゴは非クライマクテリック型果実とされるが、クライマクテリック型果実のような生理反応も示す中間的な果実の種類ともいえる。



第1図 熟度の異なる果実の貯蔵中のCO₂排出量の推移

第2表 野菜類の品質保持に好適な温度と湿度

品目	温度 (℃)	湿度 (%RH)
サツマイモ	13～14	95
サトイモ	8～10	95
ジャガイモ	2～5	95
イチゴウイモ	0～2	95
キャベツ	0～2	95～
ハクサイ	0～2	95～
レタス	0～2	95～
コマツナ	0～2	95～
シュンギク	0～2	95～
チンゲンサイ	0～2	95～
ニラ	0～2	95～
ホウレンソウ	0～2	95～
ブロッコリー	0～2	95～
カリフラワー	0～2	95～
ゴボウ	0～2	95～
ニンジン	0～2	95～
ダイコン	0～2	95～
ショウガ	13～14	95
カボチャ	10～12	65～70
ナス	10～12	95～
キュウリ	10～12	95～
オクラ	8～10	95
トマト(完熟)	2～5	85～95
ピーマン	10～12	95
ネギ	0～2	95～
タマネギ	0	65～70
ニンニク	0	65～70
イチゴ	0	95～
スイカ	8～10	85～90
メロン	5～10	95

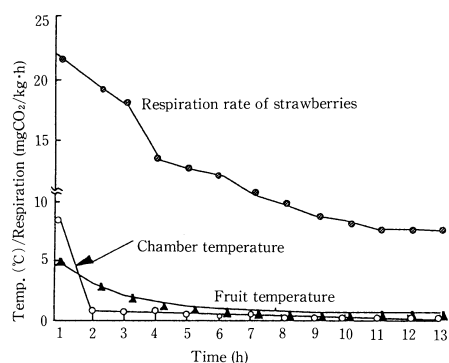
第1図は‘ダナー’を4段階の熟度で収穫し、20℃で貯蔵した場合のCO₂の排出量の変化を示している。貯蔵後7時間後では、緑色果、完熟果、白色果、催色果の順に大差がみられ、12時間後でも緑色果と完熟果が高く、白色果と催色果は低い値を示している。すなわち、収穫前の果実では緑色果が肥大成長して白色果から催色果になるまでの呼吸量は減少し、完熟期に再び増加するものと思われる。

また、収穫時催色果は貯蔵中に完熟から過熟となるが、その間のCO₂排出量は初期に増大して後期は平衡状態となる。したがって、収穫された果実は貯蔵中の熟度の進行（着色がすすむ）に伴って呼吸量も増大することが分かる。しかし、トマトやバナナなどのクライマクテリック型果実と比べると、その上昇時期がかなり遅れている。

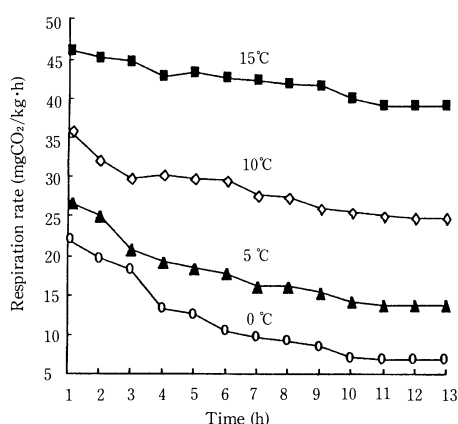
このように完熟に近い果実の日持ち性をできるだけ維持するためには、呼吸量を最小限にとどめることが重要であることが分かる。呼吸の消長は果実温度と密接な関係があり、イチゴ果実の品質保持に好適な温度と湿度は0℃、95%以上とされる（第2表）。

3. 貯蔵温度

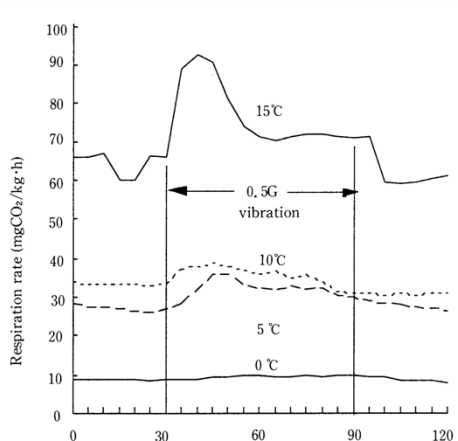
一般に、生体の代謝活性は温度が高くなるとそのレベルが上がり消耗の速度が大きくなる。イチゴ果実が低温下に置かれると、それだけ消耗の度合いが少なく品質が保持される。



第 2 図 0°C条件下におけるイチゴ果実の温度と呼吸量の変化



第 3 図 貯蔵温度条件の違いによるイチゴ果実の呼吸量の変化



第 4 図 振動によるイチゴ果実の呼吸量の変化

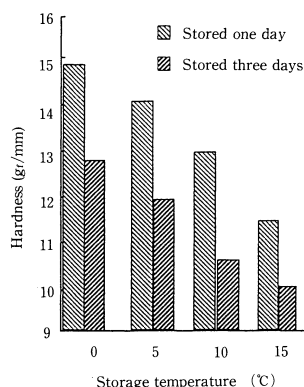
第 2 図は低温下に置かれたイチゴ果実の温度の変化を表したものである。0°Cに設定された冷蔵庫は約 2 時間後に安定したが、5°Cのイチゴ果実が設定温度の 0°C付近になるまで約 10 時間、呼吸速度が低位に安定するまでには 13 時間もかかっている。

第 3 図は 0°Cから 15°Cまでの設定温度の冷蔵庫に果実を入れた場合の呼吸速度を示したものである。貯蔵温度がより低いほど呼吸速度も低いことが示されているが、これを温度が 10°C上昇することによってイチゴ果実の呼吸量は何倍になるかを示す Q_{10} (温度計数) で表すと、0~10°Cで 3.0、5~15°Cで 2.4 となる。つまり、10°C貯蔵では 0°C貯蔵に比べて果実の呼吸量は 3 倍であることを示している。

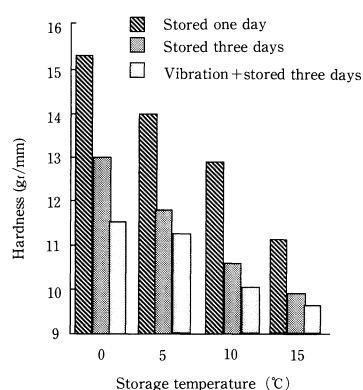
イチゴ果実は果皮が柔らかく硬度も低く、呼吸速度が比較的大きいため、収穫後の取り扱い方や輸送振動がイチゴの品質低下速度に及ぼす影響は大きい。第 4 図は 0~15°Cの異なる温度条件下に置いた果実を、加速度 0.5G の振動を 1 時間与えた時の呼吸速度の変化を示している。この実験では、振動を開始してから 30 分間は呼吸速度の反応が顕著に認められているが、30 分を過ぎると次第に呼吸が安定していくことがうかがわれる。また、保蔵温度にも強い相関が認められて、温度が高いほど振動の影響がより強く表れているが、0°Cの条件下では呼吸速度に

対する振動の影響は極めて微小であることが示されている。

4. 硬度



第5図 貯蔵温度の違いによる果実硬度の変化



第6図 貯蔵温度と振動が果実硬度に与える影響

第5図は貯蔵1日目と3日目の果実硬度を示したものである。貯蔵1日目の硬さは0℃の場合約15.3gf/mmであり、15℃では約11.5gf/mmとなった。貯蔵3日目では、0℃で13.0gf/mm、15℃で9.9gf/mmとなった。gf/mmは貫入速度といい、形状が円平面で直径2mm鋼製プランジャーを突き刺したときの抵抗値である。果実の硬さは、貯蔵日数の経過とともに急速に低下し、貯蔵温度が低いほど硬く、高くなるほど急激に軟化する傾向があることがうかがわれる。

第6図は0～15℃の貯蔵条件に対する1日目と3日目および各温度の貯蔵前にそれぞれ1時間、0.5Gの振動を与えた3日目の硬度を示したものである。硬度は、貯蔵1日目の硬さから3日目の硬さまで急速に低下したが、振動を加えた場合にはさらに急速な低下がみられた。この実験からは、0℃の貯蔵温度が果実の硬度を最もよく維持していて、低温ほど力学的な外圧に抗する強度をよく維持できることが示されている。

5. 糖含量

第3表は0～15℃の貯蔵条件と、各温度の貯蔵前にそれぞれ1時間、0.5Gの振動を与えた処理区の果実の貯蔵3日目の糖度(Brix%)の変化を表している。0～5℃の貯蔵区を低温区、10℃と15℃貯蔵区を高温区とすると、低温区の糖度が高温区のものより高く、貯蔵温度が高いほど糖度も急激に減少している。低温区の貯蔵3日目の糖度9.65Brix%を100%とすると、10℃では8.19Brix%となり、15.16%の減少、15℃処理区3日目では、7.92Brix%となって17.93%の糖の減少がみられた。これに振動を加えた区では糖含量はさらに大きく低下した。

第3表 貯蔵温度と振動による糖含量の変化

(Brix%)				
Temperature (°C)	Stored 3 days	Loss (%)	Vibration + Stored 3 days	Loss (%)
Low temp. (0~5)	9.65±1.18	0	8.85±0.50	8.29
10	8.19±0.73	15.16	7.86±0.76	18.55
15	7.92±0.81	17.93	7.79±0.27	19.27

6. ビタミン C

第4表は0～15℃の貯蔵条件と、各温度の貯蔵前にそれぞれ1時間、0.5Gの振動を与えた処理区の果実の貯蔵3日目の糖度 (Brix%)の変化を表している。貯蔵温度0℃で3日目のビタミンCの含量を100%とすると、5℃3日目のビタミンC減少分は9.45%、10℃3日目では13.6%、さらに、15℃3日目では15.5%となった。ビタミンCの低下速度に対する貯蔵温度の影響が非常に大きいことが示されている。また、これに加えて振動の影響も大きく、貯蔵温度が高いほど振動の影響も強く受けることが示された。

第4表 貯蔵温度と振動によるビタミンC含量の変化

AsA(mg/100g)

Temperature (°C)	Stored 3 days	Loss (%)	Vibration + Stored 3 days	Loss (%)
0	64.90±1.74	0	60.93±1.21	6.12
5	58.77±2.36	9.45	56.65±1.04	12.71
10	56.08±2.15	13.6	53.91±2.32	16.93
15	54.87±0.85	15.5	53.45±1.32	17.64

AsA (mg/100 g)=86.96 X—0.26 (From Fig. 1)

X: Absorbance difference between control and test samples at 243 nm

$$\text{Loss (\%)} = \frac{\text{Value of (0°C-T°C)}}{\text{Value of 0°C with no vibration}} \times 100, T = (0, 5, 10, 15)$$

以上のように、収穫時点での果実の熟度と温度、収穫中の振動、収穫から冷蔵庫への搬入時間、冷蔵庫の温度、予冷時間、冷蔵庫内での貯蔵日数、出荷調整室の温度、冷蔵運搬時の温度と振動、ユーザーの冷蔵温度、また、全工程における湿度など、収穫後のイチゴ果実品質に及ぼす影響は極めて大きいことから、この間の果実の取り扱いについて常に点検することが求められる。