

湿度条件に対する青果物の生理反応の類型

薛 彦斌・久保 康隆・稲葉 昭次・中村 怜之輔
(生産物利用学講座)

Several Types of Physiological Response to Different Humidities in Fruits and Vegetables

Yanbin Xue, Yasutaka Kubo, Akitsugu Inaba
and Reinosuke Nakamura
(Department of Agricultural Products Technology)

In this paper, effects of relative humidity (RH) on the respiration rate and ethylene production of 63 kinds of fruits and vegetables including flowers were investigated at different humidities of high RH (93-98 %) and low RH (52-65 %). From the respiratory response to RH, they could be classified into three groups: accelerative, inhibitive and insensitive at low RH. The first group included climacteric fruits such as banana, pear and kiwifruit; the majority of the fruit vegetables; and root vegetables such as tap root, tuber and tuberous root. The second group included Chinese pear, Japanese pear, strawberry, the majority of the leaf vegetables, mushrooms and flowers. The third group included grape and orange. Furthermore, by appending endogenous ethylene production at low RH, they could be classified into eight groups from the physiological response to low RH. These results seem to indicate that water deficit stress at low RH was positively correlated to their physiological response in secondary order.

Key words: relative humidity, fruits and vegetables, wilting, ethylene production, respiration rate

緒 言

青果物の流通・貯蔵技術の一つとして、低温体系の整備の必要性については十分に認識されており、また実際にも広く応用されているものの、湿度管理の不備によって所期の効果が得られず、ひいては経済上の損失をもたらす場合もある。その一因として、湿度条件が青果物流通・貯蔵中の鮮度保持の上で、重要な環境要因の一つであることが指摘されている⁵⁾にもかかわらず、湿度と青果物生理についての基礎研究とその整理が不十分であることが考えられる。樽谷¹²⁾は温度と蒸散特性の関係についてその研究を整理しているが、青果物の生理に対する湿度の影響について系統的に取り扱った研究例はあまりないよう

に思われる。とくに、呼吸活性とエチレン生成は青果物の代謝活性および収穫後の貯蔵性や品質に大きく関与する二つの基本的な指標であるが、これらと湿度との関係についての体系的な研究は意外に少ない。このような背景のもとに、著者らは湿度が青果物の生理に及ぼす影響を、種々の青果物について調査する中で、種類によって湿度に対する生理的反応に差があることを明らかにしてきた¹⁴⁻¹⁸⁾。そこで、本研究では、各種青果物の湿度に対する生理的反応の差や共通点を捉えることに焦点を絞り、同一研究方法でできるだけ多くの種類を対象とすることによって、湿度に対する青果物の生理的反応を大筋とし

Received October 1, 1996

て把握することを目標にして、異なった湿度条件下での呼吸活性とエチレン生成について調査した。

材料および方法

1. 供試材料

Table 1 と Table 2 に示したように利用器官別に果実類, 果菜類, 葉菜類, 花菜類, 茎菜類, 根菜類, 豆類および茸類の60種類を供試し, 参考までに花卉類3種類を加えた。大部分は岡山市内の卸売業者から入荷直後のものを入手したが, 一部は市内外の果樹園や農園および岡山大学農学部附属農場より採取して供試した。クライマクテリック型に属する果実はマチュア・グリーン段階またはそれに相当する熟度段階のものをを用いた。

2. 処理方法

所定温度 (20°C, 一部は25°C) および湿度 (約95%RH) の条件下に一夜静置して試料温度を調整した後, 外観上できるだけ揃えた試料を厚さ0.05 mmの有孔ポリエチレン袋中のプラスチック製角かご (45×35×14 cm) に入れ, 角かごの外周辺に湿潤紙を入れて, 袋内湿度の調節を行った。あらかじめ予備テストを行って, 袋の有孔度および湿潤紙の量の調節に

よって設定湿度の保持可能な条件を把握した後, 実際調査期間中も袋内に Palma 精密湿度計を置いて定時に湿度を調査し, ほぼ2日ごとに湿潤紙を更新しながら所定の範囲に調節した。処理区としては高湿区 (目標 RH 95%) および低湿区 (60%) を設定した。調査期間中の実際の湿度は高湿区では93~98%, 低湿区では52~65%であった。処理期間中の温度は20°Cとしたが, イモ類は25°Cであった。

3. 調査項目

(1) 重量減少率

(試料の最初の重量 - サンプルング時の重量) ÷ 試料の最初の重量 × 100として算出した。日重量減少率は最終重量減少率 ÷ 測定日数として算出した。なお, 処理期間中の生理的反応について全体的傾向を把握するため, いわゆる商品限界値とされる5%を超えても調査を続けた。

(2) 呼吸活性とエチレン生成量

一定の間隔で各処理区の試料を取り出し, それぞれの形状や体積に応じて0.24~7.30 l容のプラスチック容器またはガラス容器に1時間密封した後, ヘッド・スペース法で常法に従ってガスクロマトグラフィで測定した。エチレンの測定は活性アルミナカ

Table 1. Changes in weight loss of various fruits at different humidities

Kinds		Weight loss (% days ⁻¹)		Holding period (days)
		Low RH	High RH	
<i>Rosaceae</i>	Sweet cherry (Takasago)	5.95	0.33	6
	Japanese apricot (Gyokuei)	2.28	0.98	10
	Plum (Methey)	1.96	0.39	5
	Loquat (Mogi)	1.83	0.27	12
	Japanese pear (Nijisseiki)	0.66	0.16	21
	Pear (Bartlett)	0.54	0.20	14
	Pear (la France)	0.45	0.17	18
	Chinese pear (Yali)	0.20	0.11	40
<i>Vitis</i>	Grape (Delaware)	2.25	0.33	6
<i>Citrus</i>	Kumquat	2.06	0.12	9
	Lemon	1.94	0.33	18
	Satsuma mandarin	0.97	0.24	20
	Orange (Fukuhara)	0.41	0.12	28
<i>Musa</i>	Banana (Cavendish)	0.92	0.28	30
<i>Actinidia</i>	Kiwifruit (Hayward)	0.60	0.21	10

1. Relative humidity : low RH : 52-65 %, high RH : 93-98 %.

2. Temperature : 20°C.

Table 2. Changes in weight loss of various vegetables and flowers at different humidities

Kinds		Weight loss (% days ⁻¹)		Holding period (days)
		Low RH	High RH	
Fruit vegetables	Okura	11.32	0.89	4
	Cucumber (Sharp-one)	5.13	0.78	8
	Eggplant (Chikuyou)	4.44	1.07	8
	Green pepper (Kyouunami)	3.05	1.13	8
	Strawberry (Toyonoka)	1.11	0.09	4
	Winter squash	0.42	0.15	28
	Tomato (Saturn)	0.37	0.15	11
	Tomato (Momotaro)	0.22	0.13	8
Leaf vegetables	Radish seedlings	27.18	0.62	3
	Garland chrysanthemum	25.52	3.62	3
	Chinese chive	22.23	3.43	3
	Spinach	21.86	4.24	3
	Water-convolvulus	20.82	3.88	3
	Perilla	20.63	3.75	3
	Japanese honewort	20.11	4.12	3
	Chinese mustard	20.09	3.76	3
	Parsley	18.66	3.80	3
	Chingensai	15.41	4.00	3
	Head lettuce	3.23	0.72	6
	Chinese cabbage	2.52	0.20	20
	Cabbage	1.38	0.27	21
Root vegetables	Carrot (Seiyou-gosun)	11.32	0.94	6
	Japanese radish (Mino-wase)	5.35	0.23	15
	Ginger	2.07	0.41	8
	Taro (Ishikawa-wase)	0.62	0.22	35
	Sweet potato (Kintoki)	0.36	0.14	35
	Potato (May Queen)	0.27	0.03	35
	Onion	0.12	0.10	28
	Garlic	0.11	0.09	28
Flower vegetables	Cauliflower	9.42	1.06	6
	Myoga	7.63	1.54	3
	Broccoli	7.45	1.97	9
Stem vegetables	Young bracken	28.96	4.20	3
	Celery	9.42	1.06	6
	Garden asparagus	7.66	1.03	5
	Bamboo shoot	6.59	0.91	5
	Garlic bolt	3.85	1.76	7
Legumes	Green pea	16.01	4.69	3
	Snap bean	6.98	1.12	5
	Young soybean	3.26	0.56	4
	Broad bean	3.07	1.03	4
	Podded pea	3.05	0.67	4
Mushrooms	Enoki-take	27.42	3.98	3
	Shii-take	26.44	8.30	3
	Mushroom	24.44	5.38	3
Flowers	Alstroemeria flower (Regina)	6.93	0.80	3
	Carnation flower (Francisco)	0.44	0.03	8
	Rose flower (Libiya)	0.36	0.04	3

1. Relative humidity : low RH : 52-65%, high RH : 93-98%.

2. Temperature : sweet potato, potato and taro were held at 25°C, others at 20°C.

3. In flowers, whole flower was used for a sample.

ラム (60~80 mesh, 1 m × 3 mmφ, 80℃) と FID 検出器, 二酸化炭素排出量からみた呼吸活性の測定はポラパック Q カラム (60~80 mesh, 3 m × 3 mmφ, 100℃) と TCD 検出器を用いて行った. キャリヤーガスとして前者では窒素, 後者ではヘリウムを用いた.

上述の測定は 3~8 反復で行い, 呼吸活性およびエチレン生成のいずれも当初生体重量当たりとして計算した.

実験結果

1. 重量減少率

重量減少は, いずれも測定期間中ほぼ直線的に増

大したので, これを日重量減少率で表示し, 果実類については Table 1 に示した. 全体的に高湿区での日重量減少率は 1.00% day⁻¹ 以下であったが, 低湿区では大きくなり, とくに甘果サクランボでは 5.95% day⁻¹ に達した. 他の果実類では 0.20~2.28% day⁻¹ に維持された. Table 2 に野菜類の日重量減少率を示した. 高湿区では全体的に日重量減少率は小さく, 茸類, 軟弱葉菜類が 3.43~8.30% day⁻¹ であったことを除いて, 大部分のものは 1.00% day⁻¹ 以下に維持された. 低湿区の重量減少率は大きくなったが, その程度は種類によってかなり異なっており, 茸類では 24.44~27.42% day⁻¹, 軟弱葉菜類では 15.41~27.18% day⁻¹, 花菜類では 7.45~9.42% day⁻¹, 茎菜類で

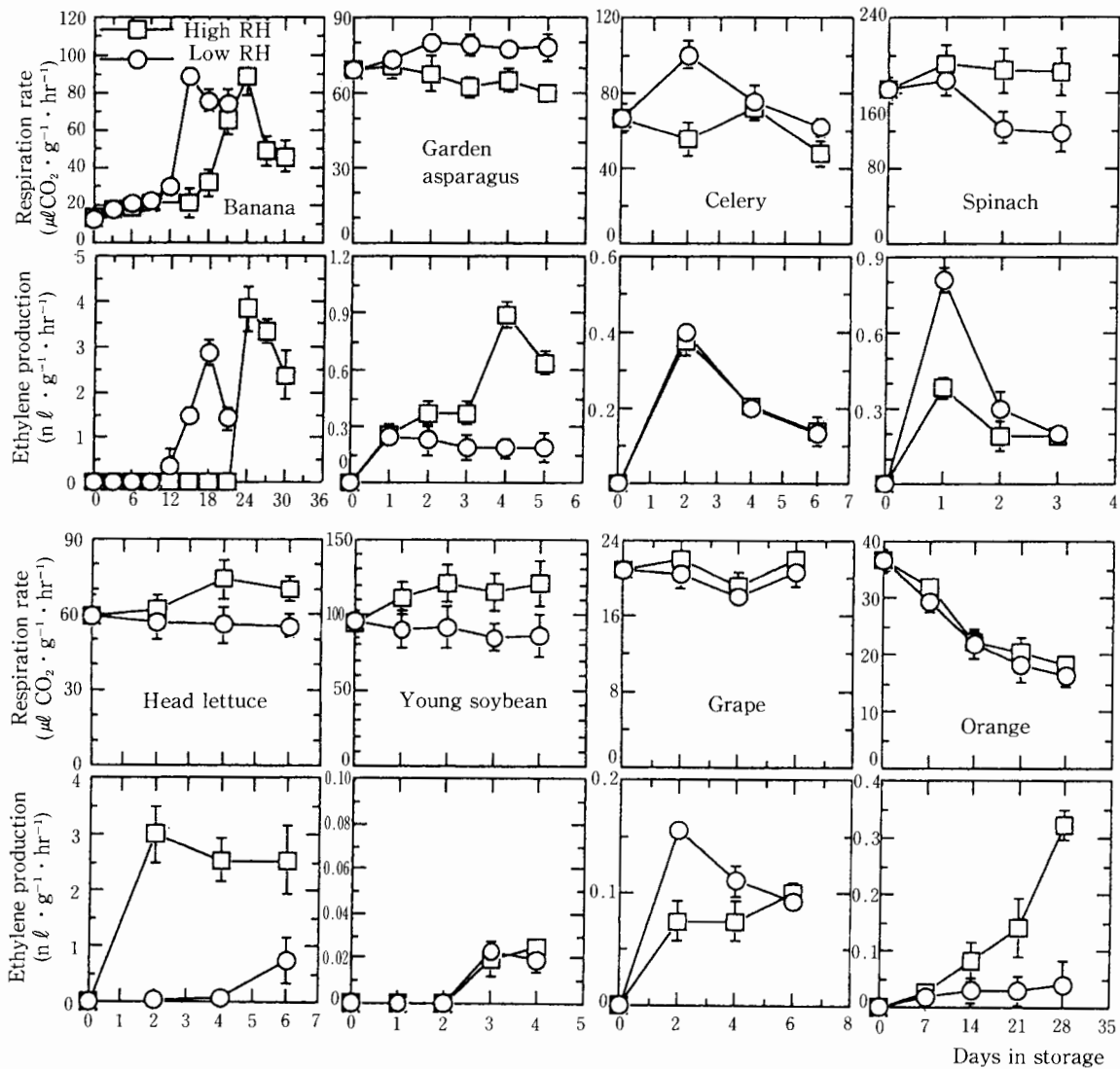


Fig. 1 Changes in respiration rate and ethylene production of several fruits and vegetables at different relative humidities (20℃).

は6.59~28.96% day⁻¹, 根菜類の直根類では5.35~11.32% day⁻¹, 果菜類のナスとキュウリでは4.44~5.13% day⁻¹, 豆類では3.05~16.01% day⁻¹, 結球葉菜類では1.38~3.23% day⁻¹, 花卉類では0.36~6.93% day⁻¹, 塊根・塊茎類では0.27~2.07% day⁻¹, 果菜類のトマトとカボチャでは0.22~0.42% day⁻¹, 鱗茎類では0.11~0.12% day⁻¹であった。

2. 呼吸活性とエチレン生成量

異なった湿度下での呼吸活性とエチレン生成の変化様相は種類によってかなり異なってきた。これをいくつかの類型に分けることを試み、それぞれについて代表的と思われるものを Fig.1に示した。

(1) 低湿による呼吸促進型

(A) エチレン生成促進 (Fig. 1 のバナナの結果を参照)

バナナでは低湿区で呼吸のクライマクテリック発現が高湿区よりほぼ6日、エチレン生成開始がほぼ9日促進されたが、最大値はいずれもほぼ同じであった。セイヨウナシ'la France'では低湿区で呼吸活性が促進される傾向があり、エチレン生成開始もほぼ4日促進され、量的には低湿区で多かった。'Bartlett'では呼吸のクライマクテリック・ライズやエチレン生成開始時期は湿度処理区間でほとんど差はみられなかったが、低湿区でエチレン生成量が多くなる傾向があった。キウイフルーツ、果菜類、根菜類中の直根類、ワラビ、ニンニクの茎、タケノコ、ショウガ、グリーンピースについても呼吸活性とエチレン生成量がともに低湿区で高くなった。果菜類中のトマトでは'桃太郎'および'Saturn'のいずれも低湿区でエチレン生成が最大値に達する時期が早くなった。全体を通してみると、多くのクライマクテリック型果実や果菜類はこの類型に属するように思われた。

(B) エチレン生成抑制 (Fig. 1 のアスパラガスの結果を参照)

シュンギクの呼吸活性は高湿区ではほぼ一定の値で推移したが、低湿区で一時的に増大した後減少し、エチレン生成は低湿区での最大値は高湿区よりかなり低くなった。アスパラガスの呼吸活性は両区ともほぼ一定の値で推移したが、低湿度でやや高い傾向であり、エチレン生成は高湿区で促進傾向であったが低湿区では低いまま推移した。

(C) エチレン生成差なし (Fig. 1 のセルリーの結果

を参照)

スモモでは呼吸のクライマクテリック・ライズは低湿区で高湿区よりやや早く認められたが、エチレン生成については処理区間の差は認められなかった。ビワ、甘果サクランボ、ウンシュウミカンおよびレモンでは呼吸活性は保持日数に伴って全体的に低下傾向であったが、低湿区でやや高い値が維持されており、エチレン生成は処理区間の差は認められなかった。サツマイモ、ジャガイモおよびサトイモはいずれも呼吸活性は保持日数に従って全体的に低下傾向であったが、とくに高湿区での低下の程度が大きく、相対的に低湿区で高い値が維持された。エチレン生成はいずれも認められなかった。ミョウガの呼吸活性は低湿区でやや促進される傾向がみられたが、エチレン生成は処理区間の差は認められなかった。セルリーの呼吸活性は高湿区で大きな変化がみられず、低湿区では一時的増大の後減少した。カリフラワーではエチレン生成は一時増大の後に減少したが、処理区間の差はなかった。高湿区での呼吸活性は低下したが、低湿区では増大傾向であった。サヤインゲンの呼吸活性は両区ともに低下傾向であったが、高湿区での低下の程度が大きく、相対的に低湿区で高い値が維持された。エチレン生成は処理区間で差は認められなかった。

(2) 低湿による呼吸抑制型

(A) エチレン生成促進 (Fig. 1 のハウレンソウの結果を参照)

イチゴの呼吸活性は両処理区とも2日まで一定の値で推移した後上昇したが、低湿区での上昇の程度が小さくなった。エチレン生成開始時期は低湿区で早くなる傾向であった。ハウレンソウ、ニラ、チンゲンサイ、タイサイ、シソおよびカイワレダイコンなどの葉菜類、シイタケ、カーネーションやバラの花卉類はいずれも低湿により呼吸活性が抑制されたが、エチレン生成は促進される傾向であった。とくに、カイワレダイコンおよびシイタケでは低湿区で水分損失の急激な増大に伴い呼吸活性も急速に低下したが、高湿区での低下程度が小さかった。

(B) エチレン生成抑制 (Fig. 1 のレタスの結果を参照)

チュウゴクナシ'鴨梨'では、呼吸のクライマクテリック・ライズやエチレン生成の経時の変化は湿度処理区間でほとんど差はみられなかったが、低湿区で

呼吸活性およびエチレン生成のいずれも抑制される傾向があった。ニホンナシ‘二十世紀’の呼吸活性は高湿区ではほぼ一定の値で推移したが、低湿区では低下の傾向がみられた。エチレン生成は12日まで認められず、その後も全体的に微量であったが、低湿区でやや低くなる傾向があった。青ウメでは呼吸のクライマクテリック・ライズやエチレン生成の開始時期は処理区間でほとんど差はみられなかったが、低湿区で呼吸活性やエチレン生成が抑制される傾向があった。レタス、キャベツおよびハクサイなどの結球葉菜類、タマネギやニンニクの鱗茎類、ブロッコリー、キヌサヤエンドウ、ソラマメ、マッシュルームでは全体的に呼吸活性およびエチレン生成がともに抑制される傾向がみられた。

(C) エチレン生成差なし (Fig. 1 のエダマメの結果を参照)

ヨウサイやミツバの呼吸活性は高湿区ではほぼ一定の値で推移したが、低湿区では低下傾向であった。エダマメの呼吸活性は低湿区で一定の値で推移したが、高湿区ではやや促進傾向であった。エノキタケやアルストロメリアの呼吸活性は両処理区とも減少したが、低湿区での減少程度が大きかった。以上の各青果物のいずれもエチレン生成は処理区間で差が認められなかった。

(3) 低湿、高湿によって呼吸に大きな差が見られない型 (Fig. 1 のブドウおよびオレンジの結果を参照)

ブドウやオレンジの呼吸活性は処理区間の大きな

Table 3 Several types of physiological response to low humidity in fruits and vegetables

	Ethylene production			
	Inductive or accelerative	Insensitive	Inhibitive	
Accelerative	Banana (Cavendish)	Plum (Methey)	Garland chrysanthemum	
	Pear (la France ; Bartlett)	Loquat (Mogi)	Garden asparagus	
	Kiwifruit (Hayward)	Sweet cherry (Takasago)		
	Tomato (Momotaro ; Saturn)	Satsuma mandarin		
	Cucumber (Sharp-one)	Lemon		
	Eggplant (Chikuyou)	Sweet potato (Kintoki)		
	Green pepper (Kyouunami)	Potato (May Queen)		
	Winter squash	Taro (Ishikawa-wase)		
	Okura	Myoga		
	Parsley	Cauliflower		
	Japanese radish (Mino-wase)	Celery		
	Carrot (Seiyou-gosun)	Snap bean		
	Young bracken			
	Garlic bolt			
Respiration rate	Bamboo shoot			
	Ginger			
	Green pea			
	Insensitive	Grape (Delaware)		Orange (Fukuhara)
		Strawberry (Toyonoka)	Japanese honewort	Chinese pear (Yali)
Chinese chive		Water-convolvulus	Japanese pear (Nijisseiki)	
Chingensai		Young soybean	Japanese apricot (Gyokuei)	
Chinese mustard		Enoki-take	Kumquat	
Perilla		Alstroemeria flower (Regina)	Head lettuce	
Spinach			Cabbage	
Inhibitive		Radish seedlings		Chinese cabbage
		Shii-take		Onion
		Carnation flower (Francisco)		Garlic
		Rose flower (Libiya)		Broccoli
			Podded pea	
			Broad bean	
		Mushroom		

Conditions of determination are the same as shown in Table 1 and Table 2.

差がみられなかったが、エチレン生成はブドウでは低湿区で促進され、オレンジでは高湿区で促進される傾向であった。

以上の結果をまとめて、Table 3に低湿条件に対する青果物の生理的反応の差を類型化して示した。

考 察

これまでに、湿度が青果物の呼吸活性およびエチレン生成に及ぼす影響に関して、いくつかの青果物の種類や品種について呼吸活性の面からの調査はみられるが、エチレン生成とともに総合的に比較研究した例は少ない。湿度と呼吸活性との関係にしても必ずしも一致した見解が示されているわけではなく、同一種類でも研究者によって異なる場合があり、総括的な表現としても「概して弱乾燥は湿潤に比べて呼吸を抑制する」⁴⁾、「傾向とすれば呼吸は乾燥状態で抑制され、過湿状態で促進される」¹³⁾、「一般に低湿ほど呼吸は促進される」⁷⁾など相反する解説がみられる。しかし、本研究の結果を総合して判断すると、湿度と呼吸活性の関係を単に促進または抑制という一つの傾向として表現するには無理があり、本研究の範囲内では、大別して三つの類型に分かれるように思われる。一つは低湿による呼吸活性促進型であり、バナナ、セイヨウナシ、キウイフルーツなどのクライマクテリック型果実、多くの果菜類、根菜類中の直根類、イモ類などはこの型に属するように思われる。次は低湿による呼吸活性抑制型であり、チュウゴクナシ、ニホンナシ、イチゴ、大部分の葉菜類、茸類、花卉類はこの型に属するように思われる。もう一つは低湿・高湿にかかわらず呼吸活性にあまり差がない青果物であり、ブドウやオレンジはこの型に属するように思われる。

呼吸活性以外にエチレン生成の様相を加味して考えると、一部の青果物で呼吸活性とエチレン生成の間に相反する傾向が認められ、生理的反応が多様化する結果となった。エチレンは青果物に対して様々な生理作用を有し、とくに成熟の誘導、老化の促進などの役割が知られている¹⁻³⁾。したがって、エチレンによる青果物の鮮度低下の総合的防止策として、このように湿度とエチレン生成との関係を加味し、呼吸活性と組み合わせて考察を行うことが妥当かつ有益ではないかと考えられる。このような観点から、湿度とエチレン生成様相との関係についてさらに調

査を深化させたが、これについては別に報告した¹⁵⁾。

本研究では、利用される部位として果実、葉、茎、花、根、未熟種子、子実体に分けた上、それぞれについて湿度に対する生理的反応の差を大筋として把握しようとしたものである。部位によって外・内部形態や生理的特性が異なることから、湿度に対する生理的反応も利用部位によって大きく異なることは容易に想像されるところである。実際にも、生理的反応はある程度は部位ごとに共通性がみられたが、同一種類の果実でも品種によって異なった結果が示された場合もあった。例えば、ナシ類の場合、セイヨウナシ、チュウゴクナシおよびニホンナシで湿度に対して異なった生理的反応がみられたが、これは追熟性の強弱と関係があるのかも知れない。村山らは早期収穫のセイヨウナシ‘la France’^{9,10)}と‘le Lectier’¹¹⁾は高湿下でエチレン生成が促進されると報告しており、本研究結果とは一致しないが、Littmannのセイヨウナシ‘William’s Bon Chretien’の報告⁸⁾は本研究結果と一致した傾向が示されている。また、ウンシュウミカンの長期貯蔵の場合、高湿によって‘浮皮’が発生すると呼吸上昇が認められる⁶⁾のは周知のことであるが、本研究では20日以内ならば低湿でやや高い呼吸が維持されることが認められた。このように、研究者によっても若干の不一致がみられるが、おそらく熟度や保持条件等も複雑に絡み合ってくる結果と推察され、今後さらに検討する必要があると思われる。

各種青果物の低湿条件に対する生理的反応の差は水分損失速度および程度と密接に関連していることが認められたが、全体を一つの法則性のもとに説明することはできないように思われる。低湿条件は表裏一体の現象として水分損失に伴う萎れとして表れてくるが、これが一つのストレスとなって二次的に種々の生理的反応に結びつくものと考えられる。この場合、同じ湿度条件下でも水分損失の程度は青果物側の外・内部形態や生理活性等の諸要因および外的諸要因によって異なってくるため、ストレスの程度も異なり、それに伴う生理的反応も異なってくるものが推察される。一方、一般に植物器官は多かれ少なかれエチレン生成能力をもっている¹⁾とされており¹⁾、水分損失ストレスがエチレン生成の引き金となることが考えられる。この場合、水分損失ストレスに対する感受性あるいは応答性の有無、強弱、遅速

およびエチレン生成能の大小は本質的には種類、発育相、部位など植物器官自身の生理的特性によって決定されるものと思われる。したがって、本研究で示された低湿に対する生理的反應の種類による差は、水分損失速度および程度に基づく差が基盤として存在した上、植物器官側のストレス反應の差が複雑に重なり合って生じてくるものと考えられる。さらに、低湿に伴う水分損失ばかりでなく、逆に高湿に置かれて吸水が起る場合もあり、水の移動をストレスとして捉えてゆく必要があるのかも知れない。このような点について、今後ただ単に種類による差ということではなく、蒸散活性やエチレン生成能の差といった生理特性を基準にして水分損失ストレスとの関係について詳細な検討を行なうことにより、複雑性を解きほぐすことができるのかも知れない。いずれにしても、実際流通中の青果物の取り扱い、このような湿度に対する反応も考慮して適切に対応する必要がある。

要 約

青果物の湿度環境改善の基礎資料として、湿度条件(高湿:93~98%RH, 低湿:52~65%RH, 20°Cまたは25°C)が63種の青果物の呼吸活性およびエチレン生成に及ぼす影響について調査し、その結果に基づいて類型化を行った。

1. 呼吸活性によって三つの類型に分かれるように思われる。一つは低湿による呼吸活性促進型青果物であり、バナナ、セイヨウナシ、キウイフルーツなどのクライマクテリック型果実、多くの果菜類、根菜類中の直根類、イモ類などはこの型に属するように思われる。次は低湿による呼吸活性抑制型青果物であり、チュウゴクナシ、ニホンナシ、イチゴ、大部分の葉菜類、茸類、花卉類はこの型に属するように思われる。もう一つは低湿・高湿にかかわらず呼吸活性に大きな差がない型青果物であり、ブドウやオレンジはこの型に属するように思われる。
2. エチレン生成を加味して、さらに細分するとエチレン生成促進型、抑制型、差なし型があるように思われる。
3. 低湿に伴う水分損失が一つのストレスとなって二次的に生理的反應に結びつくことが考えられ、実際流通中の青果物の取扱いはこのような湿度

に対する反応も考慮して適切に対応する必要がある。

文 献

- 1) Abeles, F. B., P. W. Morgan and M. E. Saltveit, Jr : Fruit ripening, abscission, and postharvest disorders. In *Ethylene in plant biology*, pp.182-221, Academic Press, New York (1973)
- 2) Brady, C. J. and J. Speirs : Ethylene in fruit ontogeny and abscission. In *The plant hormone ethylene* (Mattoo, A. K. and J. C. Suttle eds.), pp.235-258, CRC Press, Boca Raton, Florida (1991)
- 3) Burg, S. P. and E. A. Burg : Role of ethylene in fruit ripening. *Plant Physiol.*, **37**, 179-189 (1962)
- 4) 茶珍和雄・緒方邦安:呼吸生理. 青果保蔵汎論(緒方邦安編), pp. 34-56, 建帛社, 東京(1977)
- 5) Grierson, W. and W. F. Wardowski : Relative humidity effects on the postharvest life of fruits and vegetables. *HortScience*, **13**, 570-574 (1978)
- 6) 伊庭慶昭・垣内典夫・福田博之・荒木忠治:果実の成熟と貯蔵, pp. 242-354, 養賢堂, 東京(1985)
- 7) 岩元陸夫:青果物の流通技術—現状と展望—. 日食低温誌, **16**, 31-39 (1990)
- 8) Littmann, M. D. : Effect of water loss on the ripening of climacteric fruits. *Qd J. agric. Anim. Sci.*, **29**, 103-113 (1972)
- 9) 村山秀樹・板垣義弘・福嶋忠昭:相対湿度がセイヨウナシ'ラ・フランス'果実の追熟に及ぼす影響. 園学要旨, **61**(別1), 508-509 (1992)
- 10) Murayama, H., T. Kojima, M. Ohta and T. Fukushima : Effect of harvest date and relative humidity after harvest on ripening of 'la France' pear fruits. *HortScience*, **28**, 587 (1993)
- 11) Murayama, H., D. Satoh, Y. Ohta and T. Fukushima : Effect of relative humidity on ripening of 'le Lectier' pear fruit. *Acta Hort.*, **398**, 187-193 (1995)
- 12) 樽谷隆之:蒸散生理. 青果保蔵汎論(緒方邦安編), pp. 57-62, 建帛社, 東京(1977)
- 13) 樽谷隆之・北川博敏:園芸食品の流通・貯蔵・加工, p. 37, 養賢堂, 東京(1988)
- 14) 藤 彦斌・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔:湿度環境がバナナ果実の追熟および肉質に及ぼす影響. 園学雑, **64**, 657-664 (1995)
- 15) 藤 彦斌・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔:収穫後の湿度条件がキュウリ, ナスおよびピーマン果実のエチレン生成に及ぼす影響. 日食低温誌, **22**, 3-10 (1996)

- 16) 薛彦斌・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔：湿度条件がトマトとキュウリ果実の生理及び肉質に及ぼす影響。日食科工誌, **43**, 164-171 (1996)
- 17) 薛彦斌・久保康隆・中村怜之輔：湿度条件がバナナ果実の追熟特性に及ぼす影響。日食科工誌, **43**, 541-545 (1996)
- 18) 薛彦斌・石川恭子・久保康隆・稲葉昭次・中村怜之輔：低湿による数種青果物の軟化と内生エチレンとの関係。園学雑, **65**, 169-176 (1996)