



キュウリの低温障害および呼吸と果実の熟度との関係(園芸農学)

広瀬, 智久

(Citation)

神戸大学農学部研究報告, 12(1):15-20

(Issue Date)

1976

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/00228507>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/00228507>



キュウリの低温障害および呼吸と 果実の熟度との関係

広瀬 智久*

(昭和50年8月11日受理)

EFFECTS OF DEGREE OF MATURATION OF CUCUMBER FRUITS ON THE CHILLING INJURIES AND RESPIRATION RATES

Tomohisa HIROSE

Abstract

1. Chilling injuries of cucumber fruits were studied in relation to the degree of maturation. Fruits taken from 0, 2, 4, 7, 12 and 21 days after flowering were placed at 2, 5, 10 and 20°C and changes of respiration rate and degrees of deterioration were investigated.

2. Respiration rates at 20°C (non-chilling temperature) decreased gradually during storage. Rates of respiration and decreasing rates were greater in the younger fruits than in the older fruits.

At chilling temperatures (less than 10°C), rates of respiration raised at first and then decreased during storage. A peak of respiration rate appeared earlier and a change of respiration rate was greater in the younger fruits. The respiration rises caused by deterioration during storage occurred earlier in the younger fruits.

3. At 20°C, the cumulative CO₂ production before deterioration appeared was 15 to 16 gram per kg. fresh weight in the younger fruits taken within 7 days after flowering, but decreased in the older fruits. At chilling temperature (less than 10°C), it was decreased with decreasing temperature and advancing maturation.

4. At chilling temperature, the characteristic of chilling injuries such as discoloration, unpleasant flavor, muddy exudation and softening of flesh etc. appeared. These symptoms appeared the first at 5°C and at 2°C and at 10°C in order. The younger the fruits the earlier they were affected.

At 20°C, discoloration, unpleasant flavor and decay appeared earlier also in the younger fruits except extremely old fruits.

キュウリは低温感受性が大で、古くから低温障害を受けやすい果実として知られており、我国でも大久保ら⁶⁾は、冷蔵法の包括的な基礎実験を行ない、品質変化について詳しく調査している。また一般に果実蔬菜を貯蔵する場合、その期間中の呼吸の推移に極めて重要な意義があって、キュウリの低温障害に関しては、貯蔵温度と呼吸との関係をEAKSら¹⁾が詳細に研究しており、我国でも最近福島ら⁶⁾の報告がある。

著者は前報²⁾でキュウリの4°C貯蔵において、熟度の若い果実ほど障害が激しく現われることを報告したがこの予備の実験に引き続き本報では、更に2°C、5°C

10°C及び20°Cの各温度での呼吸変化並びに品質劣化に対する熟度の影響をより詳細に検討した。

材料と方法

材料には近成山東種を当学部実験圃場に5月16日播種し、慣行法によって栽培して得られた果実を使用した。開花最盛期より数日前の7月10日前後に開花した果実に開花日を記入したラベルを付け、その後所定の日数毎に収穫した。開花後4日の果実からは、植物体一本あたりの果実数をすべて2ケに制限し、果実の発育を揃えた。

収穫した果実は直ちに大きさ、外観等により厳密に選別し、トプジン水和剤1000倍液に10分間浸した後、水洗して水を切り、ガラスチャンパーに詰めた。熟度に対応

* 保蔵加工学研究室

Table 1. The fruit size and weight taken from various stages after flowering.

Days after flowering	0	2	4	7	12	21
Length(cm.)	7.0	11.5	22.0	37.0	53.0	57.0
Weight(gr.)	1.6	7.0	36.0	260.0	780.0	1050.0

して区分した処理区の収穫時の果実1ケの大きさは、第1表の通りであった。従って貯蔵チャンパー当りの果実重(及び本数)は、開花当日区・200g(120~125本)、開花後2日区・200g(30~33本)、同4日区・340~375g(10本)、同7日区・2234~3850g(10本)、同12日区・6010~9925g(10本)、および同21日区・4600~5770g(5本)であった。このようにして果実を詰めたチャンパーは、2°C、5°C、10°Cおよび20°Cの恒温室に配分し約5時間予冷の後蓋をして通気を行った。チャンパー内

の湿度の相異や空気組成が、果実の呼吸量や障害発生に影響することを避けるため、一度水中を通した空気を用いて湿度を一定にし、また予備的実験から通気量を測定可能な範囲で出来るだけ多くなるように調節した。その結果、チャンパー内のCO₂濃度は全区を通じて1.2%以下に抑えることが出来た。

冷蔵後は一日一回、チャンパーの排出口から注射器で一定量の空気を採取し、ガスクロマトグラフィーによりCO₂濃度を求め、果実1kgが一時間当り発生するCO₂量を計算し呼吸量とした。冷蔵は暗黒下で行ったが、毎日チャンパー内の変化を観察する間だけ照明をつけた。更にこれと並行して厚さ0.02mmのポリエチレン製の袋中に貯蔵した果実で変質の経過を調べた。若い果実は早く異常が現われたので、それに対応して途中で呼吸測定を打ち切ったが、最終的には貯蔵25日後をもって終了とし同時にチャンパー内果実の変化を調査した。

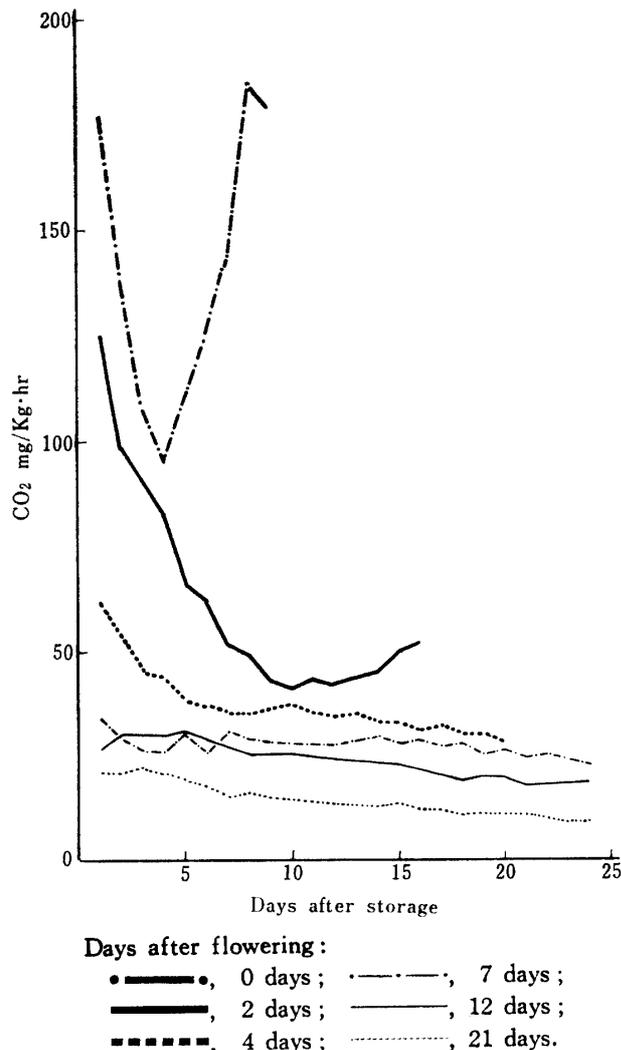


Fig. 1. Respiration rates of fruits stored at 20°C in relation to maturity.

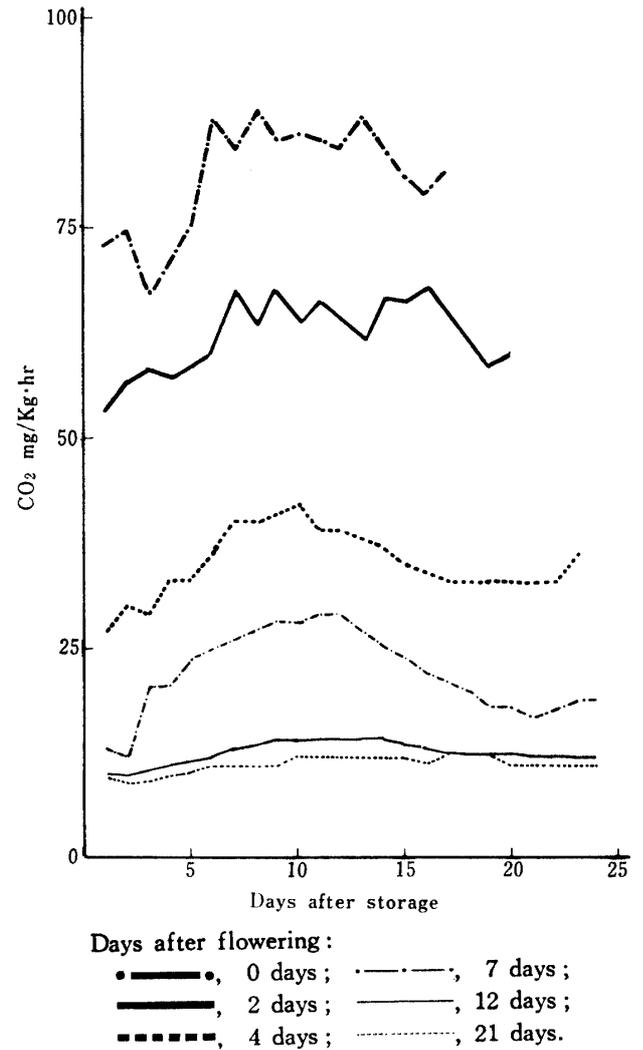


Fig. 2. Respiration rates of fruits stored at 10°C in relation to maturity.

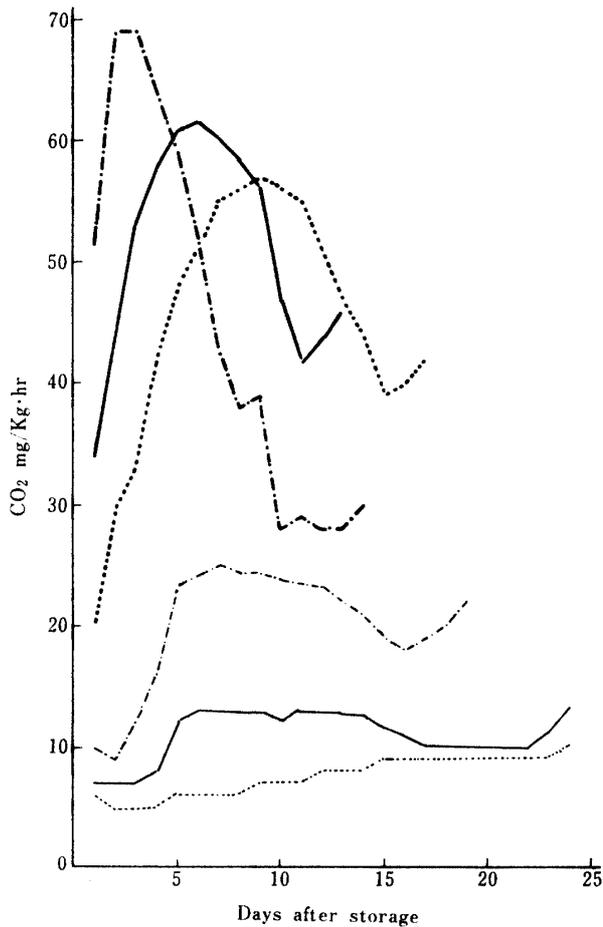
実験結果

1) 呼吸

20°C 貯蔵 (第1図) 貯蔵当初の呼吸は、収穫時の熟度と代謝との関係を示し、開花当日区の果実は極めて高く、熟度が進むにつれ低下したが、開花後7日区以後、差は少なくなった。貯蔵後各区とも次第に減少したが、その程度も若い果実ほど急激であった。開花当日区は貯蔵4日後、開花後2日区は10日後頃から再び増加した。

10°C 貯蔵 (第2図) 開花当日区及び開花後2日区には収穫前の罹病によると思われる発病果が貯蔵当初から数本出たので、呼吸経過はやや不規則となったが、全体的にはほぼ一定の傾向を示していると認めた。貯蔵期間の前半は増加し、後半減少したが、老熟果ほど変化量は少なかった。

5°C 貯蔵 (第3図) 開花当日区、開花後2日区および4日区は、貯蔵と同時に著しく増加し、それぞれ貯蔵



Days after flowering:
 ●—●, 0 days; - - - - , 7 days;
 —, 2 days; — — — —, 12 days;
 ·····, 4 days; - · - · - ·, 21 days.

Fig. 3. Respiration rates of fruits stored at 5°C in relation to maturity.

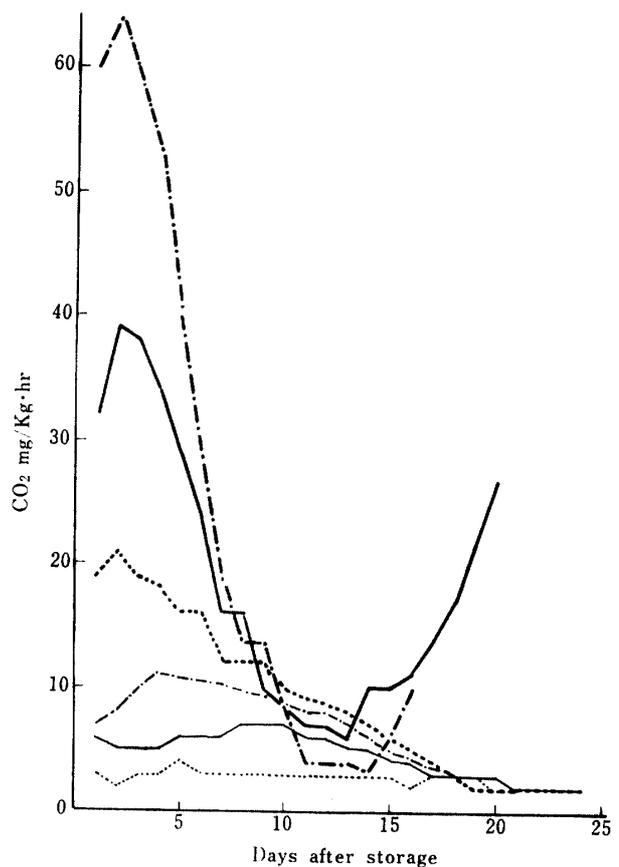
2日、5日および10日後、ピークに達してからは急速に減少した。更に貯蔵10日、13日及び15日後からは再び増加した。

開花後7日区及び12日区は、貯蔵2、3日後より増加し、5日以後は変化なく、EAKS らの *plateau* の状態¹⁾を示した。この両区は12~16日後頃やや減少し、それ以後末期の増加を示した。開花後21日区の老熟果は変化が少く、貯蔵が進むにつれてわずかに増加した。

2°C 貯蔵 (第4図) 開花当日区、開花後2日区および4日区は、当初2日間増加したが、以後急速に減少した。開花当日区及び開花後2日区は13~14日後頃から末期の増加を示した。

開花後7日区及び12日区は10日後頃まで、わずかに増加し、後減少した。開花後21日区は、全期間ほとんど変化がなかった。

積算呼吸量 劣化症状の中で全般的に最も早く現われた異臭発生までの間の積算呼吸量は第5図のようになった。



Days after flowering:
 ●—●, 0 days; - - - - , 7 days;
 —, 2 days; — — — —, 12 days;
 ·····, 4 days; - · - · - ·, 21 days.

Fig. 4. Respiration rates of fruits stored at 2°C in relation to maturity.

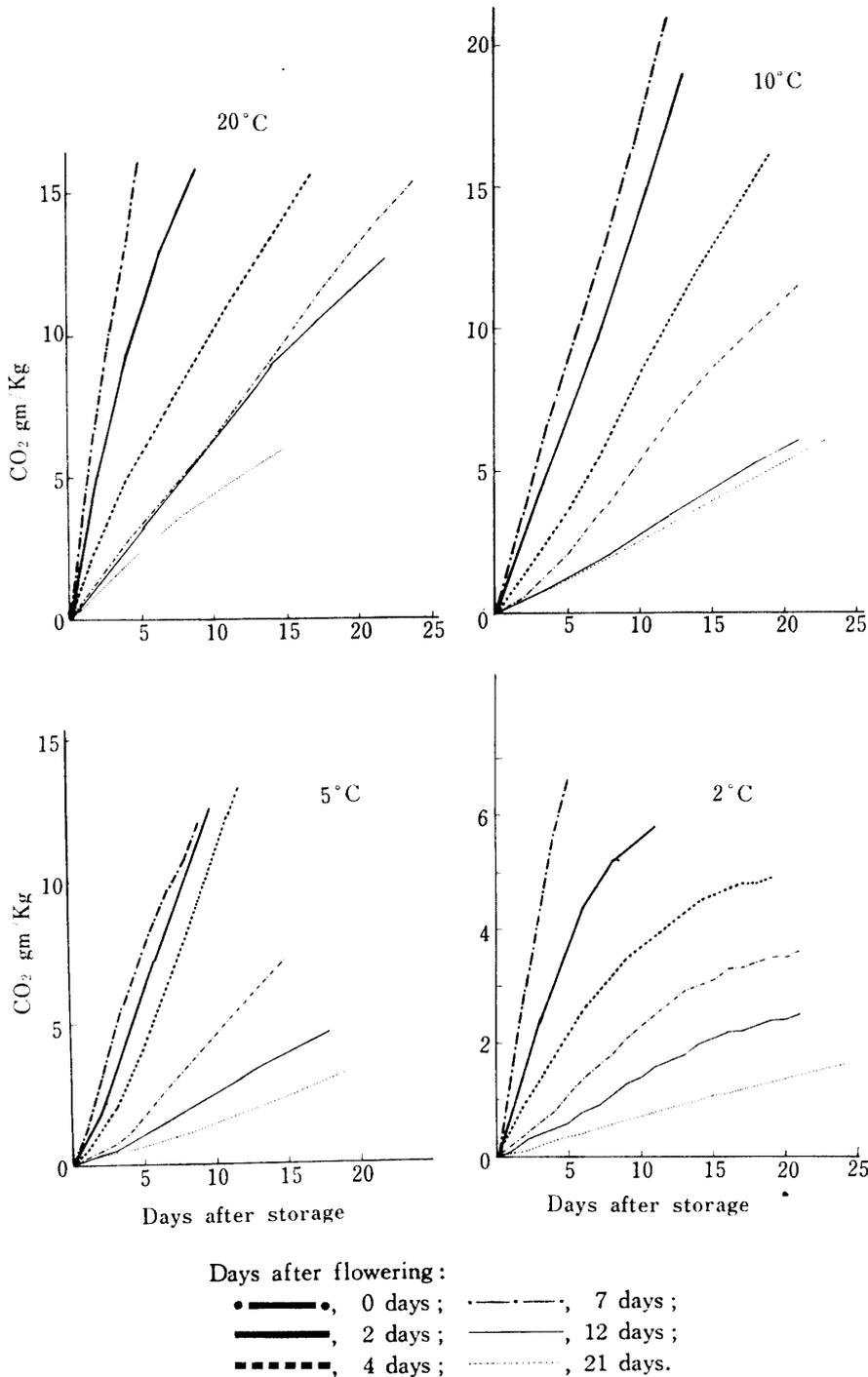


Fig. 5. Cumulative CO₂ production from fruits during storage in relation to maturity.

20°Cでは開花後7日区までは16g/kgとほぼ一定であり、それ以後は低下した。

10°Cでは若い果実が高く、老熟果になるに従って低下したが、開花当日区、開花後2日区は20g/kg内外と20°Cの場合よりも高かった。

5°Cでは開花後4日区までは大差なく、それ以後は低下した。

2°Cでは全区とも極めて低く、また果実の熟度が進

むにつれて低下した。

2) 果実の変化

色 開花当日区は10°Cおよび20°Cでは灰褐色に、5°Cおよび2°Cでは暗褐色に変化し、明らかに全組織が変質していた。

開花後2日区でも、果実の先端から同様の変色を起こしたが、基部は2°Cでは新鮮な緑色のままであり、5°C以上では黄緑色で高温の場合ほど黄色を帯びていた。また10°Cでは呼吸測定終了時においても、褐変を全く起こさない果実が半数以上残っていた。

開花後4日区は同様な褐変が先端にわずかに現われたが、ほとんどの部分が黄緑色で、温度の高い場合ほど黄色であった。

開花後7日以後の各区は、2°Cおよび5°Cでは貯蔵25日後にいたっても、収穫時と全く変らなかったが、10°C以上では黄化が進み20°Cの開花後12日区および21日区は完全な濃黄色となった。

貯蔵開始から変色が始まるまでの日数は、第2表の通りであった。すなわち開花後4日区までの各区の褐変は、20°C、5°C、2°C、10°Cの順に始まり、7日区以後の黄変は高温ほど早かった。

熟度についてみると、どの温度においても若い果実ほど早く褐変が起こったことになるが、20°Cでの老熟果の黄変では逆の傾向が認められた。

異臭の発生 異臭は試験区により感覚的に違ったものであった。すな

わち20°Cの開花後4日区までの若い果実は腐敗臭で、また20°Cおよび10°Cの開花後7日区以後の老熟果は、カビ様の臭いであった。しかし10°Cの若い果実と5°Cの全果実は、キュウリの低温障害に一般的な特有の異臭を発生した。2°Cの果実はキュウリの浅漬け様の生まぐさい臭いであった。このように異臭の内容が多様であることを、その発生の過程が必ずしも同一ではないことを示すと考えられるが、やはり果実の変質の結果である

Table 2. No. of days before the beginning of discoloration.

Days after flowering	20°C	10°C	5°C	2°C
0	7	15	8	5
2	11	18	13	14
4	20	23	24	24
7	23	24	*	*
12	19	25	*	*
21	12	21	*	*

*: No symptoms appeared by 25 th day after storage.

Table 3. No. of days before the appearance of unpleasant flavor.

Days after flowering	20°C	10°C	5°C	2°C
0	5	12	9	5
2	9	13	10	11
4	17	19	12	19
7	24	21	15	21
12	22	21	18	21
21	14	23	19	25

Table 4. No. of days before the appearance of muddy exudation.

Days after flowering	20°C	10°C	5°C	2°C
0	*	14	12	15
2	*	20	14	16
4	*	25	15	19
7	*	*	16	23
12	*	*	25	*
21	*	*	21	*

*: No symptoms appeared by 25 th day after storage.

Table 5. No. of days before the beginning of softening and decay of flesh.

Davs after flowering	20°C	10°C	5°C	2°C
0	7	13	11	15
2	13	16	14	21
4	23	25	16	*
7	*	*	17	*
12	*	*	21	*
21	*	*	21	*

*: No symptoms appeared by 25 th day after storage.

ことは明らかで、その指標としては重要であるので、これらの発生開始までの日数を比較すると第3表のようになった。すなわち20°Cおよび2°Cの極く若い果実と、20°Cの開花後21日の老熟果は例外的に早いですが、これらを除いて処理区毎に比較すると、5°Cが全般的に早く、他の温度間では差異がなかった。熟期についての比較では、どの温度においても果実が老熟するに従って発生の時期が遅れたが、20°Cの開花後21日区だけは例外的に早かった。

白濁液 白濁液は低温障害の極めて確実なめやすであって³⁾、20°Cでは全く発生しなかった。第4表に10°C以下の各温度における発生始めの時期を示す。10°Cでは開花後4日までの若い果実に認められたが、各区とも全く発生しない果実が半数ほど混在していた。5°Cでは若い果実ほど早く多量に発生した。2°Cも同様な傾向を示したが、老熟果では全く認められなかった。

果実の軟化 20°Cでは開花当日および開花後2日の両区は完全に腐敗軟化し、カビが相当に発生した。開花後4日区の半数の個体は腐敗したが、残りの半数は健全であった。また開花後7日以後の各区の果実は変化を示さなかった。

10°Cの開花当日区の全個体と、開花後2日区の約1/2の個体が腐敗したが、他は健全であった。

5°Cにおいては開花当日区、開花後2日、4日の各区の果実が完全に軟化し、カビを発生した。開花後7日以後の各区では浅い斑点状の軟化部分が多量に生じたが、老熟果ほどその面積は小さかった。

2°Cの果実では、開花当日、開花後2日の両区は完全に軟化したが、カビの発生は認められなかった。それ以後の果実は全く軟化、腐敗等を示さなかった。

貯蔵後軟化が始まるまでの日数を第5表に示した。開花当日区及び開花後2日区の極く若い果実では20°Cの腐敗が最も多く、次いで5°C、10°C、2°Cの順に軟化した。全熟期の果実が軟化したのは5°Cだけであるが、熟度が進むにつれて遅くなった。

考 察

本実験では、チャンバー内の余分の空気を可能な限り少くするように工夫し、通気量もかなり多くしたため、空気の交換は急速となり、前報²⁾の4°Cにおける予備的な測定に比べると呼吸の経時的变化を詳細に知ることが出来た。また呼吸量を検討するとEAKSら¹⁾の各温度での結果は、本実験の開花後7~12日頃の果実の値と同等であり、呼吸の消長もこの時期の果実とよく似た経過をたどった。ちなみに我国の市場で一般に適熟果として

取扱われている夏キュウリは、本実験の開花後7日の果実以前の熟度に相当し、この時期の果実の1日当りの発育が、極めて大なることから、EAKSらの供試材料と比較して、かなり若い果実といえよう。

貯蔵後の変化をみると、20°Cでは10°C以下の場合と異臭の性質が異なり、白濁液も全く発生しなかった。また異臭、変色等が始まるまでの日数が長い開花後4日及び7日の果実は貯蔵中に先端が膨大し、果柄から発根するなどの二次的な発育現象を示し、収穫後の果実の生活にとっては、比較的好適な条件下にあったと云える。EAKSらは13~30°Cの間では最終的な積算呼吸量は一定であることを示し、この温度区間では同量の呼吸基質が消費し尽くされると述べているが、20°Cの開花後7日以前の区においては、収穫時の熟度から出発して、貯蔵当初の呼吸量が多く、代謝の盛んな若い果実ほど急速に内部的な枯渇にいたり、早期に劣化腐敗するものと思われる。開花後12日および21日の老熟果は、逆に少くなり収穫前すでに消耗が進んでいた事が推察される。

10°C以下ではどの温度でも、低温障害の症状を呈したが、5°Cが最も早く、激しく、2°Cの方がかなり遅れて現われた。これに関しては低温障害が中間温度で起こりやすいという説もあるが、一般には内部的異常そのものは低温ほど大であっても、それが現実に観察される様に表現される過程は、低温では遅れるためであると説明されている^{4,7)}。

果実の熟度に関してみると、低温障害による品質劣化の各症状はどの温度でも若い果実ほど早く、激しく現われ、老熟果ほど軽微であった。これは呼吸経過において低温障害特有の初期増加が、どの温度でも若い果実ほど大で、早く現われること、更に貯蔵末期に障害発見と相前後して、再び呼吸の増加する時期の早いこと等と一致した傾向であった。異臭発生までの積算呼吸量は、全般的に温度が低いほどそして老熟果ほど低下したが、10°Cの各区では20°Cの場合よりやや大となり、貯蔵適温に極めて近い状態であったことがうかがわれる。

摘 要

1) キュウリの低温障害と果実の熟度との関係を明らかにする目的で開花当日、開花後2日、4日、7日、12日

および21日の各果実を収穫して、それぞれ2°C、5°C、10°Cおよび20°Cに貯蔵し、貯蔵中の呼吸の変化および劣化の状況を検討した。

2) *Non-Chilling Temperature* の20°Cにおける呼吸は貯蔵後次第に減少したが、若い果実ほど貯蔵当初の呼吸量が多く、その後の減少速度も大であった。

Chilling Temperature の10°C以下では、貯蔵初期に増加し、後減少したが若い果実ほど経過は早く、呼吸量の変化も激しかった。どの温度においても貯蔵末期の果実の劣化に伴う呼吸の増加は、若い果実ほど早かった。

3) 果実の劣化が始まるまでの積算呼吸量は20°Cにおいては、開花後7日までの若い果実の間ではkg当り15~16gで大差はなかったが、老熟果では減少した。10°Cは20°Cよりやや大であった。10°C以下では貯蔵温度の低いほど、また果実が老熟するほど減少した。

4) 10°C以下の各区では、変色、異臭の発生、白濁液の発生、果実の軟化等のキュウリの低温障害に特有の劣化症状が現われたが、これらは中間温度の5°Cで最も早く現われ、次いで2°C、10°Cの順となった。熟度についてみると、各温度とも若い果実ほど早かった。

20°Cでも変色、異臭発生、腐敗等が若い果実ほど早く、果実の熟度が進むにつれて遅くなったが、極端な老熟果では早かった。

引用文献

- 1) EAKS, I.L., and L.L. MORRIS: *Plant. Physiol.*, **31**, 308—314, 1956.
- 2) 広瀬智久: 神大農研報, **9**, 38—42, 1971.
- 3) —: 神大農研報, **11**, 1974.
- 4) HULME A. C.: *The Biochemistry of Fruits and their Products, Volume I, Academic Press London and New York*, p. 538—540, 1970.
- 5) 福島忠明: 園芸学会要旨, 314—315, 1972秋.
- 6) 大久保増太郎, 前沢辰雄: 園学雑, **34**, 334—342, 1965.
- 7) RYALL A. L. and LIPTON, W. J.: *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables, Volume I, Academic Press London and New York*, p. 19—25, 1970.