

加工トマトに関する研究

人工追熟温度が果実の色調におよぼす影響

寺田俊郎[※]・高橋亮正[※]

Toshiro TERADA and Akimasa TAKAHASHI

Studies on the Tomatoes for Processing

—The effects of the artificial after-ripening temperature upon the fruit color—

緒言

人工追熟について、SKOK¹⁾は、果実の pH、総色素、全糖、全国形物について、人工追熟と自然完熟とに著しい差はなかったと報告、また ELLIS, HAMNER²⁾ および SMITH³⁾ は色調の点では自然完熟におよばないのが普通で、Carotene 含量は人工追熟のほうが明らかに少ないと報告している。長坂⁴⁾ は品種 Roma について人工追熟における色の発現を肉眼観察により報告している。これらの報告はいずれも催色期から完熟期に至る追熟期間中の温度変化が、果実の色調におよぼす影響は明らかでない。そこで本実験では、この点を明らかにする目的で、果実の追熟温度を変え、その着色状況について測色観察を行ない、自然状態で完熟した果実の色調と比較検討を行なったので、その結果を報告する。

実験材料および方法

本実験は1968年8月島根大学農学部附属農場で、無支柱による慣行法で栽培した品種、H-1370、および chico の果実を用いた。

○実験材料果実の採果基準

トマトの果色は果実の肥大にともなって緑色がしだいに減少し緑白色を呈し、緑熟期 (Green mature) にいたり、ついで果頂部がやや黄赤味を帯び全体の緑色が減少し、催色期 (Turnig Stage) に至る。この催色期初期のものを圃場で、肉眼選定を行ないラベルを付した。

○試験区分

人工追熟区および圃場での自然完熟による自然区に区分し、さらに人工追熟区は追熟温度により、第1表に示した4区とした(室温および外気温、アイスボックスの昼夜の条件の変化は供試追熟果実の移動により、設定した温度条件を与えた)。

第1表 人工追熟試験区の温度

試験区	区分	追熟期間 (2/20日~3/30日) 中の平均温度			備考
		夜間の平均温度	昼間の平均温度	平均温度	
人工追熟区	1区	昼夜 } 室温	25.3	26.7	<ul style="list-style-type: none"> ・昼・夜の区分 昼 (6時~18時まで) 夜 (18時~6時まで) ・人工追熟区の外気温 高さ1.5m位のビニール屋根の上にヨシズ覆を設け、側面は通風を許すため側壁なし。 ・1区、3区以外の2区、4区は昼・夜と果実を移動した。 ・アイスボックスは夜のみ少量の水を入れた。
	2区	昼夜 } 室外気温	20.9	26.7	
	3区	昼夜 } 外気温	20.9	24.1	
	4区	昼夜 } 外気温 アイスボックス	16.1	24.1	
自然区	圃場	21.6	24.9	23.2	圃場樹熟の果実

※ 附属農場

○試験区の温度

試験区の温度は、各区ごとに自記温度計、4区の夜のアイスボックスは、最高最低温度計を用い、温度測定を行ない、各区ごとの夜(18時~6時まで)、昼(6時~18時まで)に区分し、追熟期間中の夜、昼の平均温度で第1表に示した(アイスボックスの夜(18時~6時まで)の平均温度はこの場合、最高最低温度の平均で示した)。

○測色方法

圃場でラベルを付した果実中から、さらに熟度の均一なものを選び、各区10個体ずつ採果し、ただちに記憶装置付測色色差計(ND-5K型)を用い、果実の赤道部の平均的なカ所を選び、マジックで直径1.5cm位マークし、追熟期間中、同一の測色位置の色調の変化を毎日測色し、HunterのL, a, b値を求めた。

実験結果

各区それぞれ果実10個体の追熟および自然区の完熟期間中の測色値L, a, b値よりa/b, Lb/a値を求め、その平均値より各区間の着色による色調の変化をそれぞれ第1, 2, 3, 4図に示した。

第1図は品種H-1370のa/b値による各区ごとの色調の変化を示したものである。この図で明らかのように追熟開始時の供試個体の着色程度は、測色値からもそれぞれ異なり、1区および4区が2, 3区に比しやや遅れ、自然区はほぼ2, 3区と同程度であった。

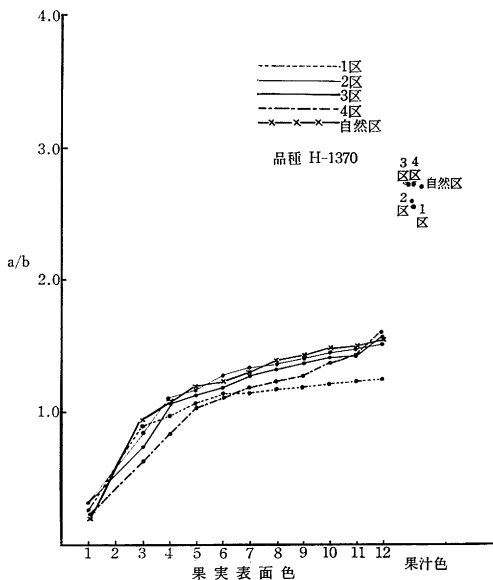
追熟開始3日目では自然区が最も催色を示し、人工追熟区では1区の着色が他の区に比し最も進み、ついで

2, 3, 4区の順となり、4日目から2, 3区の着色が進み、自然区同様の催色を示したが、1区の高温区はやや劣る傾向を示し、4区は急カーブで着色促進の傾向を示しか、5日目は2, 3区、自然区ともに同様の色調を示したのに対し、1区の着色は緩慢となり、追熟開始時最も着色の遅れていた4区とほぼ同程度の色調を示した。

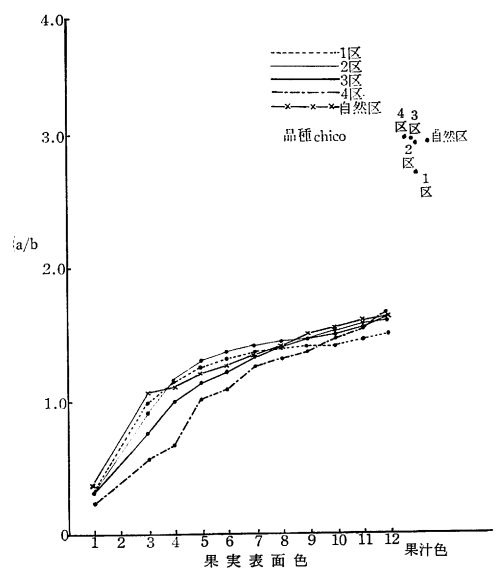
6日目より各区間の傾向があらわれはじめ、1区はほとんど色調の進展を示さず、最終日の12日まで日々わずかな着色しか示さず他の区に比し最も色調は劣った。4区は日々着色を増し、12日目の色調は最もすぐれ、3区と自然区はほぼ同程度の色調となり、ついで2区となった。

追熟最終日、各区の果汁についての測色結果は、4区、3区、自然区の順であったが、大差なく、色調はすぐれた傾向を示し、2区、1区はいずれも劣っていた。

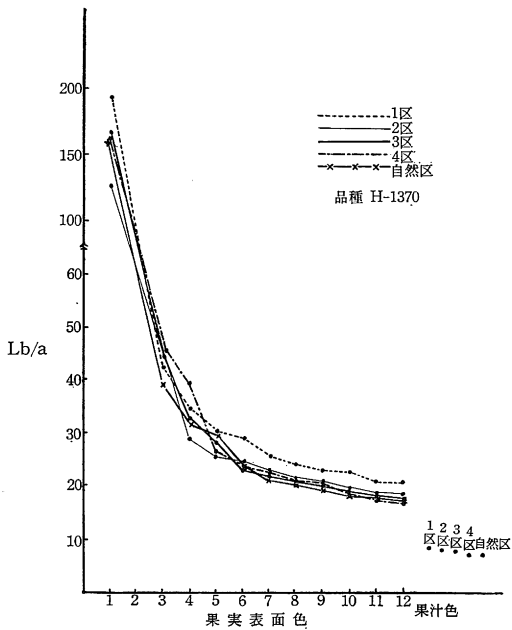
第2図は品種chicoの追熟期間の各区ごとの色調の変化を前品種同様a/b値で示したものである。追熟開始時の供試個体の着色程度は、測色値では4区が他の区に比して最も低く、1, 2, 3区、自然区と大差なかったが、その内で自然区が最も催色程度が高かった。追熟開始3日目は、追熟開始時の着色程度と同じ傾向を示し、4日目で自然区がやや劣り、1, 2区がすぐれた傾向を示し、5日目は、2, 1, 自然, 3区の順となり4区が最も劣った。6日目も同様な傾向を示し、7日目には3区の色調が急速に増加したが、2, 3, 自然区と大差なく、8日目に至り、1区が他の2, 3, 自然区よりも緩慢な着色を示し、9日~10日目に至り4区が急速に



第1図 果実追熟中の色調の変化(a/b値)



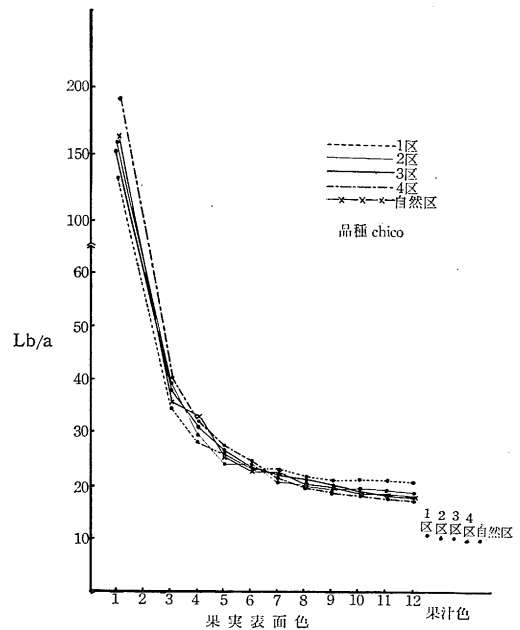
第2図 果実追熟中の色調の変化(a/b値)



第3図 果実追熟中の色調の変化 (Lb/a 値)

着色を増加し、色調は良くなり、自然、2、3、4区の順となり、1区が最も劣った。ついで11日目は、自然区、2、3、4区と大差なかったが、最終日には4区が最もすぐれ、自然、3区、2区の順となり、1区が最も色調は悪かった。果汁については、最終日の測色結果から、各区間の色調は果実表面色調と同じような傾向を示した。

第3図は品種 H-1370 の測色値より Lb/a 値を求め、各區別の色調の変化を示したもので、この Lb/a 値で追熟開始時の各区間の着色程度は2区が最も進み、1区が最も遅れ、他の区間には大差なかったが、3日目では自然区が最も良く、ついで1、2、3、4区の順を示し、4日目は追熟開始時最も進んでいた2区が他の区に比しすぐれ、ついで自然区、3区、1区、4区の順となり、5日目は4区が急速に着色程度を増し、色調は良くなり、2区と大差ない程度まで上昇し、3区、自然区の順で、1区が最も劣った。6日目は前日同様1区の色調は増加せず劣る傾向を示したが、他の区の色調は、3、自然、4、2区の順となったが大差なかった。7日目は自然、3、4、2区の順となり、1区は前同様最も劣った。8日目以降もほぼ同じような傾向を示しながら着色し、12日目の最終日には4区、自然区、3区の順で色調はすぐれたが、2区、1区は劣った。最終日の果汁についての測色結果は、自然区、4区、3区が最もすぐれ、ついで2区、1区と色調は劣り果実表面色調と同様な傾向を示した。



第4図 果実追熟中の色調の変化 (Lb/a 値)

第4図は Lb/a 値による品種 chico の各区間の果実色調の変化について図示したものである。Lb/a 値による追熟開始時の果実の着色程度は4区が最も遅れ、1区が最も進んでいた。ついで2、3区、自然区はほぼ同程度であった。

これらの果実が追熟5日目で1区より2区の色調がよくなり、6日目では自然区が最も進み、7日目に至り、各区の影響が現われはじめ、2、4、3、自然区の順を示し、1区の色調が最も劣った。8日目は、4、2、自然、3区の順でいずれも大差なかったが、1区に比し色調はすぐれていた。10日目は4、3、自然区の順で色調は良くなり、ついで2区、1区が最も劣った。さらに11日、12日目も同様な傾向を示し、最終日は4区が最もすぐれ、自然、3区と大差なく、ついで2区となり、1区が最も劣った。最終日の果汁の色調についても果実表面色調と同じような傾向を示した。

考 察

本実験は8月19日～30日の期間、自然条件下で昼の温度と夜の温度を第1表に示した区分にしたがって果実を移動することで変化を与えながら追熟を行なったもので、実験結果で明らかのように追熟期間全体を通じて最終日の結果から、人工追熟温度のちがいが果実の色調におよぼす影響に一定の傾向が認められた。

実験結果で明らかのように、各区間の追熟開始時の熟度ステータスは測色値で示されたようにそれぞれ着色程度

は異なっていて、自然条件下での各区間の設定温度の影響は数日後からあらはれはじめ、設定温度の低かった4区で着色の進行が初期には緩慢であるが、追熟後期では、自然区と同等あるいはこれ以上の色調を示したが、一方温度の高かった1区は初期の着色は早いが、後期ではきわめて緩慢となり色調はもっとも劣る傾向を示し、自然区とあまり変らない2, 3区では、自然区と変らない経過をたどるものと考えられた。このことから人工追熟においても追熟の温度条件が自然区と同程度の温度であれば、自然区と同程度の色調を得ることが可能であると考えられる。

このような結果から、各区間の平均温度は、第1表で示したように4区が最も低く20°Cで、昼間の平均で24.1°C、夜間の平均で16.1°C、ついで3区の平均温度22.5°C、昼間の平均24.1°C、夜間の平均20.9°Cで、4区よりも4.1°C高く、夜間の平均も約4°Cも高い。2区では平均温度23.8°Cを示し、昼間の平均が室温のため3区よりも2.6°Cも高かった。1区は平均温度25.5°Cで、昼間の温度平均26.7°C、夜間の平均温度25.3°Cで昼夜の温度差少なく、他の区よりも最も高かった。

このような温度条件により果実の色調もそれぞれ異なったものと考えられ、平均温度20°Cの4区が最もすぐれた色調を示し、ついで3, 2, 1区の順で色調は劣った。このことは、3, 2, 1区の順で平均温度も高くなり、昼夜の温度差も少なかったことに起因するものと考察された。このように平均温度高く、昼夜の温度差の少ない追熟条件では色調良好な果実を得ることは困難であり、これと反対に良好な色調の果実を得るためには、4区のような平均温度20°C前後とし、夜間の温度は15~16°Cの追熟温度が必要であると考えられた。また自然区とほぼ同様な温度条件の2, 3区では果実の色調も自然区と大差ない結果からも、平均温度20~23°C前後に、果実の色調を左右する条件があるのではないかと考察され、DENISEN⁵⁾は同じような実験を昼と夜の温度をまねて各試験区を作り各区別に変温をくりかえしたところ、昼25°C、夜15°Cの反覆の区が最も色調はすぐれていたと報告、SAYRE⁶⁾は昼26.8°C、夜18.2°Cがもっとも色調はよかったと報告している。この実験結果からも平均温度20~22.5°Cであり、本実験の結果とほぼ同様な傾向が認められた。

以上結果から果実の色調という点では、人工追熟においても温度条件を考慮すれば、自然状態での完熟果と比較してまさるとも劣ることはないと考えられた。

収穫後室内での保存や、工場に搬入された果実を室内で保存追熟するよりも、簡単な日覆および雨防止の屋根で通風良好な開放式の建物を設置し、夜間の外気温同様の状態に保つことも果実の色調を良好にする一策であると考えられる。

摘 要

人工追熟温度による色調の変化を知るため、1区(昼夜室温)、2区(昼室温、夜外気温)、3区(昼夜外気温)、4区(昼外気温、夜アイスボックス)を設け、果実の色調の変化を調べ、あわせて自然区との色調の変化をchico, H-1370について比較検討した。

- 1) 4区, 3区, 2区は色調すぐれ、1区は最も劣った。色調のすぐれた4区, 3区, 2区は平均温度低く、昼夜の温度差によるものと考えられ、1区は平均温度高く昼夜の温度差がほとんど認められなかったことに起因するものと考えられた。
- 2) 人工追熟によっても、温度を自然条件と同程度にすることにより、果実の色調に関する限り、自然完熟の色調より劣ることはないものと考えられる。
- 3) 自然区の果実の色調は、人工追熟の4区と3区の間程度の色調を示した。このことは自然区の温度条件が3区の温度とほぼ同程度であったことによるものであると考察された。

引用文献

1. SKOK, J.: Food Res. **16**, (2), : 147, 1951.
2. ELLIS, G. H. and HAMNER, K. L.: J. Nutr. **25**: 539-53, 1943.
3. SMITH, O.: Cor. Univ. Agr. Exp. Sta. Mem., **187**: 3-26, 1936.
4. 長坂啓助: 島根農大研報 **12** (A): 65~69, 1964.
5. DENISEN, E. L.: Iowa State Coll. Sci., **25**: 549-64, 1951.
6. SAYRE, C. B., et al.: Proc. Am. Soc. Hort. Sci., **61**: 381-7, 1953.

Summary

In order to examine the color changes affected by artificial after-ripening temperature and fruit coloring, it was divided into two experimental sections of artificial after-ripening and natural after-ripening, the former contained four experimental sections,

that is, 1st section (room temperature at day and night), 2nd (room temperature at day and outside temperature at night), 3rd (outside temperature at day and night), and 4th (outside temperature at day in ice-box at night).

Color changes accompanied with fruit coloring and also in natural after-ripening of Chico, H-1370 were comparatively investigated.

(1) 4th, 3rd and 2nd experimental sections are in excellent fruit color, whereas 1st is in poor color.

It appears that excellent fruit color of 4th, 3rd and 2nd sections are mainly due lower average temperature and larger differences in temperature at day and night than that in 1st section, on the other hand, the poor color in 1st section is due to higher average temperature and slight difference in temperature at night and day.

(2) The fruit color of natural after-ripening shows almost those color between 4th and 3rd in artificial after-ripening. This phenomenon is mainly due to almost the same temperature condition with natural after-ripening.

(3) As far as fruit color, it seems that the fruit color in the case of artificial after-ripening will show no less better color than that of ripening on the plants itself, so long as temperature condition into near the natural condition.