

原著論文

ハウス柿の生育に及ぼす温度の影響と収穫時期予測法の開発

中村剛士・高松元紀・市川胤記*・杉村輝彦

Developing a Harvest Time Prediction Method for Persimmon Cultivation in Plastic House Conditions

NAKAMURA Tsuyoshi, TAKAMATSU Genki, ICHIKAWA Kazuki and SUGIMURA Teruhiko

Summary

Persimmon cultivation in plastic house conditions in Nara Prefecture boasts a nationwide distribution share of about 80%, but no method exists to predict and control harvest times. For that reason, no shipping schedule can be made for times required by the market. Moreover important difficulties are that shipments become concentrated and unit prices drop. To resolve these difficulties, we conducted a survey aimed at developing a harvest time prediction method for persimmon cultivation in plastic house conditions.

During the three years of 2018–2020, three of more than 25-year-old ‘Tone-Wase’ trees planted in each of five plastic houses were examined. The full bloom period, start of coloring, and harvest date were investigated. Furthermore, temperature data recorded for each plastic house were analyzed to find growth-related parameters.

Results show that the harvest date was affected by both the full bloom period and the temperature from the start of coloring to the harvest date. Results of multiple regression analysis indicate that a 1-day delayed full bloom period will delay the harvest date by about 1.6 days. A 1°C higher average daily maximum temperature for 30 days after the start of coloring can delay the harvest date by 2.7 days. Results suggest that the harvest date can be predicted roughly by the full bloom period. The prediction accuracy can be improved by controlling the average daily maximum temperature in the plastic house for 30 days after the start of coloring.

Key Words: coloring, maturing, prediction, temperature, Tone-Wase

緒言

全国流通シェア約8割を誇る奈良県のハウス柿栽培では、主に‘刀根早生’が栽培されており、7月上旬から9月中旬にかけて出荷、販売される。その作型としては、前年の12月下旬から加温を開始し、7月上旬から8月中旬に収穫する早期加温栽培と1月下旬から加温を開始し、8月中旬から9月中旬に収穫する普通加温栽培に大別できる(今川, 2009)。しかし、現場では12月下旬から1月下旬までの間で加温開始日に分散が見られ、加温温度も異なる。収穫時期を予測・制御する方法がないため、市場に対して正確な出荷時期や出荷量の情報を提供することができていない。同一の温度管理を行うと同等の時期に収穫期を迎えるため、出荷が集中して単価が下落する。また、出荷の集中を避けるためには生育を制御する必要がある。生育を制御するために、生育と環境要因との関係を明確にする必要がある。

これまで、カキの生育に及ぼす温度の影響については生育ステージごとに調査されている。まず、促成栽

培の加温開始の目安となる自発休眠覚醒期の推定方法については、‘前川次郎’(中村, 2001)や‘刀根早生’(杉村, 2009)で開発されており、発芽期は自発休眠覚醒程度の影響を受けるため、発芽期の推定も試みられている(今川, 2009; 杉村, 2009)。次に、開花期については、露地栽培およびハウス栽培ともに展葉後の気温が高い場合においてより生育が進むとの報告が多い(伊藤, 2007; 長谷川・尾形, 2007; 杉村, 2009; 辻本・北條, 2015)。

カキ果実の発育期は、肥大の停滞期を果実成長第2期、それ以前の時期を第1期、以後の時期を第3期として3つに区分される二重S字型の成長を示す。それぞれの時期の果実肥大と気温との関係が調査されており、‘富有’において果実成長第1期では昼温が20°Cで夜温が15°C~20°Cの場合に果実肥大が優れる(中條, 1982)。また‘平核無’において、第2期では気温の高い地域で栽培された果実は果実成長第2期の期間が長くなる(鄭ら, 1990)。さらに第2期の果実肥大の適温は20°C~25°Cの範囲にあり、この温度に置かれるとより早期に第3期に達するものと

*現 奈良県食と農の振興部担い手・農地マネジメント課

考えられる(平・板村, 1989)。

また、果皮の着色については成熟期の高温によって抑制されることが報告されている(中條, 1982; 平・板村, 1989; 鄭ら, 1990)。さらにハウス栽培と露地栽培を比較した場合に‘前川次郎’では、ハウス栽培において着色開始期が20日ほど遅れ、その後の着色も遅れることが報告されている(伊藤, 2007)。

ハウスで栽培したカキについては、‘富有’では地上部の加温が果実の成熟を促進し、生育日数が短縮されることが報告されている(中條, 1982)。「刀根早生」では1月から4月までの期間に地上部を加温し、さらに地下部を20℃で維持することによって果皮の着色が促進することが報告されている(Fumuro・Utsunomiya, 1999)。

このように温度条件がカキ果実の発育ならびに成熟に与える影響についての報告はあるものの露地での試験や甘ガキでの試験が多い(中條, 1982; 小松ら, 1998; 鄭ら, 1990)。しかし、加温ハウス栽培においては露地栽培と高温期の生育ステージが異なるため、これまでの報告と果実の肥大や着色の進展に影響を与える環境要因が異なる可能性がある。ハウス栽培の温度管理について、2月上旬から5月中旬の気温を15~18℃に維持し、9月上旬に収穫する‘富有’の事例や(中條, 1982)、「前川次郎」についてハウス栽培と露地栽培を比較した研究がなされているもの(伊藤, 2007)、本県のハウス栽培の‘刀根早生’に適用できるかは不明である。一方、「刀根早生」では7.2℃以下の遭遇時間が800時間を越えると休眠覚醒し(今川, 2009)、加温開始日の発育指数(DVI)によって誤差3日以内で発芽期が予測可能であることや(杉村, 2009)、発育速度(DVR)と暖房機の設定温度を用いて満開期の予測が可能であることが報告されているが(杉村, 2009)、収穫期を予測する方法は検討されていない。

収穫時期予測についてはモモ‘あかつき’では満開

第1表 各ハウスの加温開始から3月下旬までの加温条件

Table 1. Heating conditions for plastic houses from the start of heating to the end of March

圃場	標高	面積	樹齢	2018年			2019年			2020年		
				加温開始日	最低加温温度(℃)	換気温度(℃)	加温開始日	最低加温温度(℃)	換気温度(℃)	加温開始日	最低加温温度(℃)	換気温度(℃)
場内A	約250m	5.5a		1月22日	10-15	28-30	1月24日	10-15	28-30	1月23日	10-15	28-30
場内B	約250m	2.5a		12月27日	10-15	28-30	1月7日	10-15	28-30	1月8日	10-15	28-30
現地C	約350m	35a	25年生以上	12月22日	7-18	28-30	12月20日	7-18	28-30	12月24日	8-18	28-30
現地D	約250m	20a			n d ^z		12月26日	10-18	28-30	12月25日	10-18	28-30
現地E	約220m	18a			n d ^z		12月26日	5-15	28-30	1月4日	10-15	28-30

^z 2018年は調査対象外のためデータ無し

日からの気象条件によって予測する方法が検討されている(村尾ら, 2002)。また、カキ‘富有’では日平均気温23℃以下に初めて遭遇する日と収穫最盛期の間に相関があることが報告されている(新川ら, 2014)。

本研究では、ハウス栽培の‘刀根早生’においてハウス内気温が果実の肥大および着色に及ぼす影響を、2018年から2020年の3カ年にわたって調査し、収穫時期予測法の開発を試みた。

材料および方法

1. 植物材料および栽培管理

調査は2018年、2019年および2020年の3カ年の2月~9月に行った。いずれの年次も、奈良県農業研究開発センター果樹・葉草研究センター(以下、センターとする)内の2棟のハウス(以下、場内Aおよび場内Bとする)および奈良県五條市内の生産者が生産に利用している3棟の現地ハウス(以下、現地C、現地Dおよび現地Eとする)を対象とした。いずれのハウスとも25年生以上の‘刀根早生’であった。

各ハウスの面積、樹齢および加温管理の概要を第1表に示した。2018年の場内B、2019年の現地Eおよび2018~2020年の現地Cと現地Dは12月下旬に加温を開始する早期加温作型、2018~2020年の場内A、2019~2020年の場内Bと2020年の現地Eは1月に加温を開始する普通加温作型に区分される。場内のハウスについては開花前に1結果枝あたり1蕾に摘蕾し、満開後約40日に葉果比10を目安に摘果を行なった。現地ハウスは生産者が管理しており、葉果比8前後を目安に摘果を行っていた。いずれの年次、ハウスとも5月下旬に暖房を停止し、加温を終了した。

2. ハウス内気温の測定

場内 A および場内 B は、ハウス中央部の地上約 1.5m に設置した通風筒内の温度をおんどり（株式会社ティアンドデイ RTR-52A）を用いて 10 分間隔で測定し、温度データを収集した。現地ハウス 3 棟は、ICT クラウドサービス「アグリネット」（ネボン社）を導入しており、得られた温度データ（センサーはハウス中央部の地上約 1.4m に設置した通風筒内に位置し、15 分間隔で測定）を利用した。

3. 果実の肥大および着色の調査

各ハウスとも生育が中庸な 3 樹を選び、本試験に供試した。開花前に各供試樹 10 蕾にタグ付けし、開花状況を確認した。7 蕾の開花が確認できた日を各樹の満開期、3 樹の平均値を各ハウスの満開期とした。果実肥大について、2018 年は 4 月 25 日から 2 週間間隔、2019 年は 5 月 14 日から 10 日間隔で果実が収穫されるまで、2020 年は満開後 55 日、70 日、85 日、95 日、105 日、115 日および 125 日にタグが付いた果実について、果実赤道部の長径をノギスで測定した。1 樹あたり 10 果、3 樹の平均値を各ハウスの果径とした。着色について、2018 年は 6 月 6 日（現地 C の満開後 80 日）から 2 週間間隔、2019 年は 5 月 14 日（現地 D の満開後 78 日）から 10 日間隔、2020 年は 5 月 29 日（現地 D の満開後 97 日）から 10 日間隔で「平核無」用カラーチャートを使用して、果頂部および赤道部の果皮色（以下、CC 値）を調査した。なお、果頂部の CC 値（1 樹あたり 10 果、3 樹の平均値）が 1.5 を超えた調査日を各ハウスの着色始期とした。さらに、果実赤道部の果皮色が CC 値で 3.5 以上の果実を収穫し、各供試樹について累計で 5 果を収穫した日を収穫盛期とした。なお、現地 C、現地 D および現地 E の収穫は現地生産者が行ったため、2018 年は 7 月 11 日以降、2019 年は 7 月 4 日以降それぞれ 5～7 日間隔で、2020 年は 6 月 29 日以降、2～7 日間隔で収穫の状況を確認し、果実が収穫されていた場合は前回の調査日との中間の日を収穫日とした。これらのデータをもとに、満開期～着色始期、着色始期～収穫盛期および満開期～収穫盛期の日数を算出した。さらに、気温と生育ステージと収穫期の関係について重回帰分析を行った。

結果

1. 温度管理

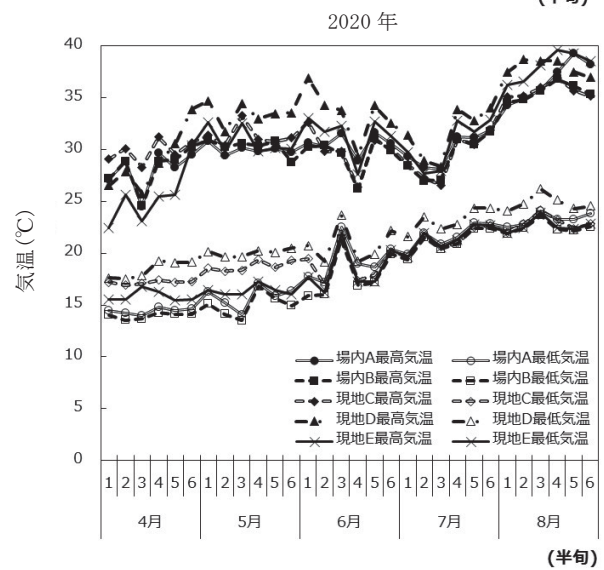
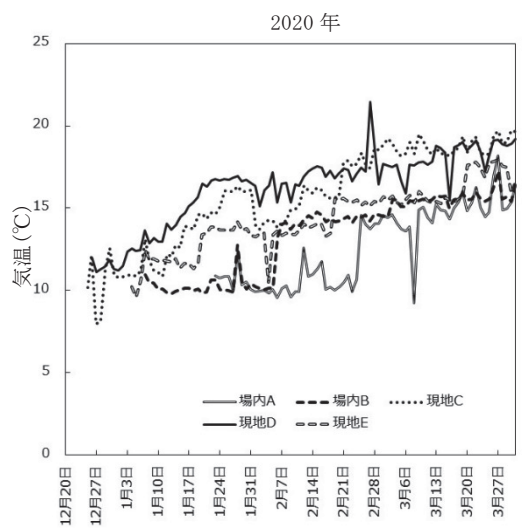
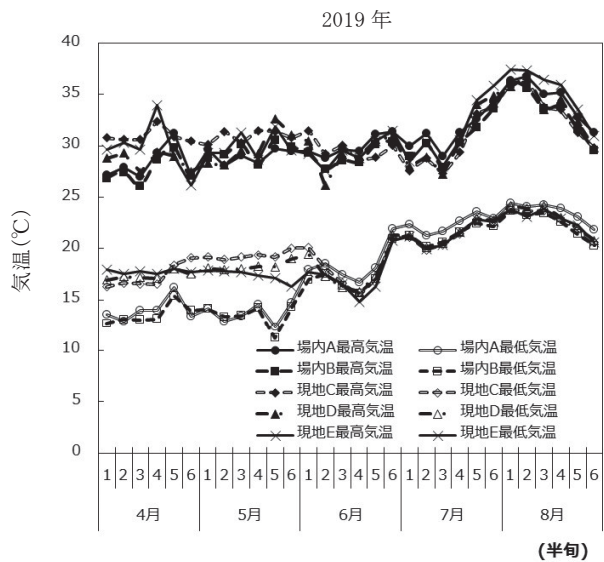
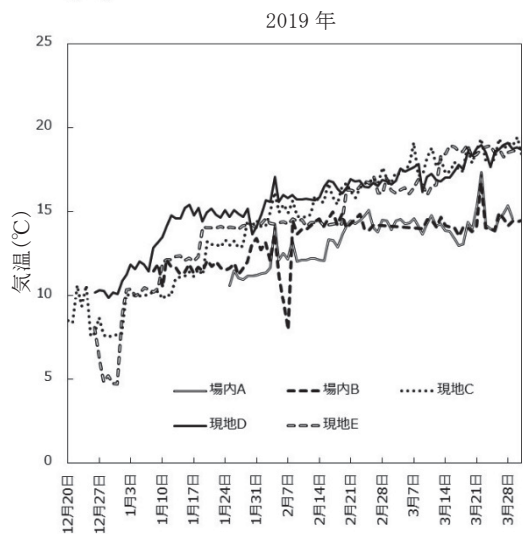
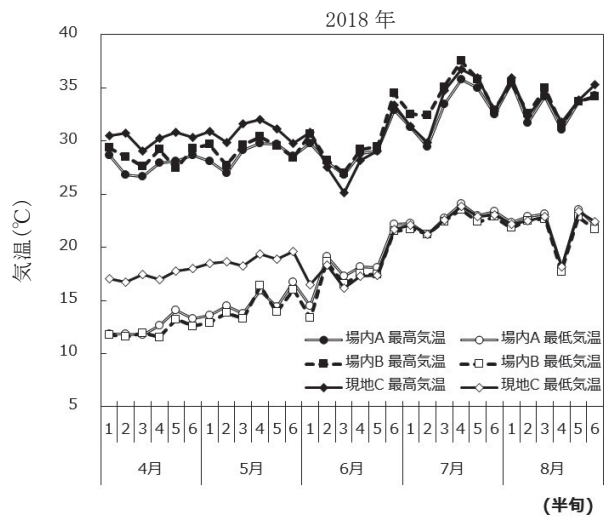
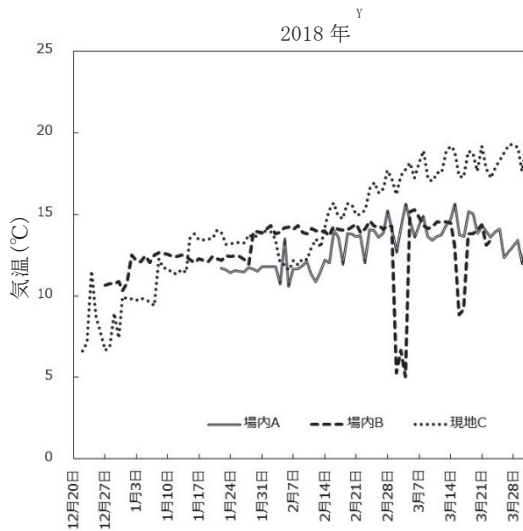
加温開始から 3 月までのハウス内気温は、換気温度の設定が同様であったため最高気温が 12～37℃の範囲で推移し、同日では各ハウスともほぼ同程度であった（データ省略）。一方、夜温についてはハウス間で差が見られた（第 1 図）。2018 年は 2 月中旬から現地 C において他のハウスと比較して 3℃程度高かった。2019 年は 1 月下旬から 3 月まで現地 C、現地 D および現地 E において、場内 A と場内 B に比べて 3℃程度高かった。2020 年は現地 C と現地 D で他ハウスより 2～3℃高かった。

各ハウスの 4～8 月の最高気温および最低気温の推移を第 2 図に示した。4 月から 5 月下旬の加温終了までのハウス内気温については 2018 年では現地 C において他のハウスに比べて 5 月 6 半旬まで最高気温が 2℃程度高く、最低気温は 5℃程度高かった（第 2 図）。2019 年の最高気温は現地 C において概ね 30℃以上であり、他のハウスは概ね 27℃～30℃であった。最低気温は 5 月 6 半旬まで現地 C、現地 D および現地 E において場内 A、場内 B よりも 4℃程度高かった。2020 年の最高気温は現地 D で他のハウスより 2℃程度高かった。また、最低気温も現地 D で最も高く、場内 A、場内 B および現地 E と比べて 4～5℃高かった。現地 C の最高気温は場内 A、場内 B および現地 E と同程度であったが、最低気温が 3℃程度高かった。

加温終了から 8 月までのハウス内気温は、2018 年では外気温の上昇に伴いすべてのハウスにおいてほぼ同様に推移した（第 2 図）。2019 年は最高気温が現地 E において他のハウスよりも 2℃程度高く推移した。また、場内 A において最低気温が 2℃程度高かった。2020 年は最高気温が現地 D において 2℃程度高く推移した。最低気温についても現地 D において 2℃程度高く推移した。

2. 果実肥大

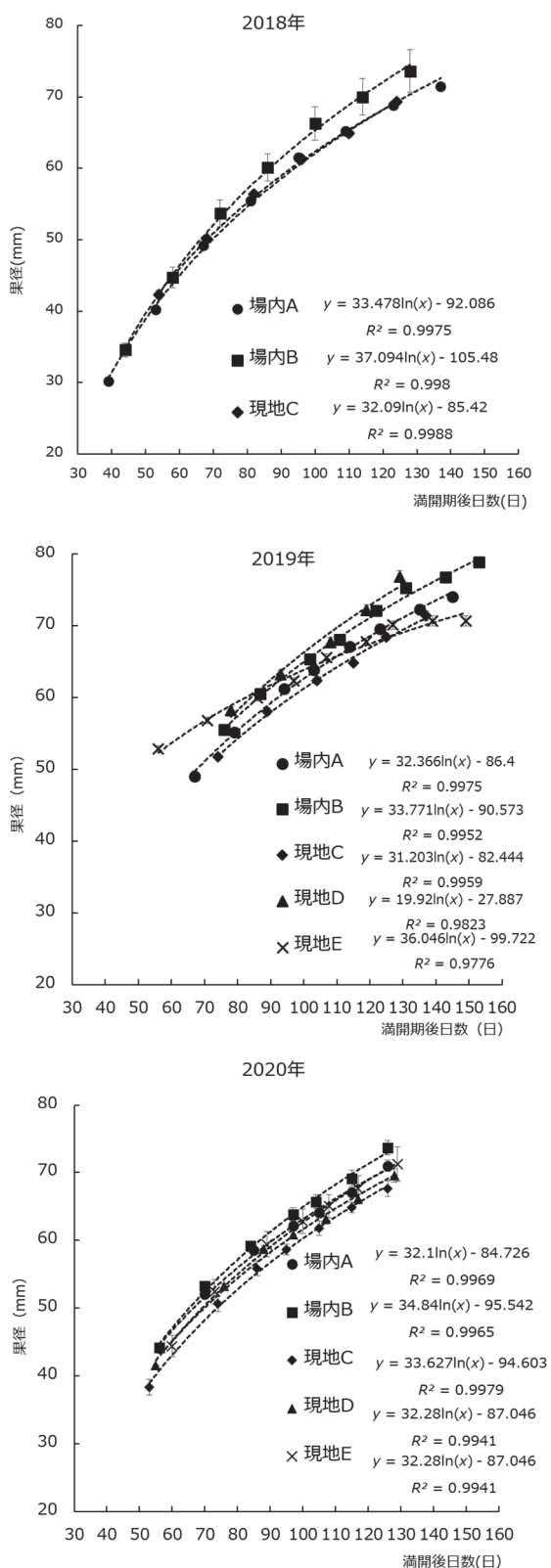
積算気温と果実肥大の関係を解析したところ、積算気温に応じて果径が対数関数的に増加したが、ハウス間のばらつきが大きく温度管理の違いと果実肥大との関係は明確にならなかった（データ省略）。一方、果径は満開後日数に応じて対数関数的に増加し、対数近似曲線にて $R^2=0.98$ 以上と当てはまりがよかった（第 3 図）。



第1図 加温開始から3月下旬までの各ハウスの夜温^zの推移
 Fig. 1. Night temperatures of plastic houses from the start of heating to the end of March

第2図 4月～8月の半旬ごとのハウス内の最高気温および最低気温の推移
 Fig. 2. Changes in maximum and minimum temperatures every 5 days during April through August in each plastic house

^z 18時から翌日6時にかけての間に計測された気温の平均値
 場内Bは2018年3月10～12日、3月24～25日の間ボイラーが異常停止した



第3図 各ハウスにおける満開後日数と果実肥大との関係
 Fig. 3. Relations between the number of days after full bloom and fruit enlargement in plastic houses

3. 着色の進展

各ハウスにおける満開期，着色始期，および収穫盛期を第2表に示した。着色始期は，2018年において現地Cで6月6日と最も早く，場内Bで6月17日，場内Aで6月22日であった。2019年においては現地Dで5月29日と最も早く，現地Cで6月20日，場内Bで7月2日，場内Aおよび現地Eで7月8日であった。2020年においては現地Dで5月29日と最も早く，現地Cで6月8日，場内Bで6月22日，現地Eで6月29日，場内Aで7月17日であった。3年間すべてのハウスを通して，着色始期は満開期が早いほど早くなり，3年間で各ハウスの満開期から着色始期までの日数が最も短かったのは，2019年の現地Dの94日で，最も長かったのは2020年の場内Aの114日であった。満開期と着色始期の相関は $r=0.92$ となり，強い正の相関を示した(第4図)。着色始期から収穫盛期までの日数が最も短かったのは，2019年の現地Cの26日で，最も長かったのは2018年の場内Bで67日であった(第2表)。着色始期から収穫盛期までの日数とハウス内気温との関係を解析した結果，日最高気温の期間平均との相関が $r=0.67$ と最も大きく(第3表)，日最高気温の期間平均が $28\sim 35^{\circ}\text{C}$ の範囲では最高気温が高いほど収穫盛期までの日数が長くなった(第5図)。

4. 収穫時期

3カ年の満開期は，場内A，場内Bおよび現地Eで3月中下旬，現地Cと現地Dで2月下旬～3月上旬であり，収穫盛期は現地Cと現地Dの収穫盛期は7月上中旬，場内Bは8月中下旬，場内Aと現地Eは8月下旬から9月上旬であった(第2表)。着色始期と収穫盛期は $r=0.86$ の強い正の相関を示し(第6図)，満開期と収穫盛期は $r=0.96$ の強い正の相関を示した(第7図)。

着色始期から収穫盛期までの日数と着色始期後一定期間までの日最高気温の期間平均の相関は30日間の場合で最も高くなった(第4表)。

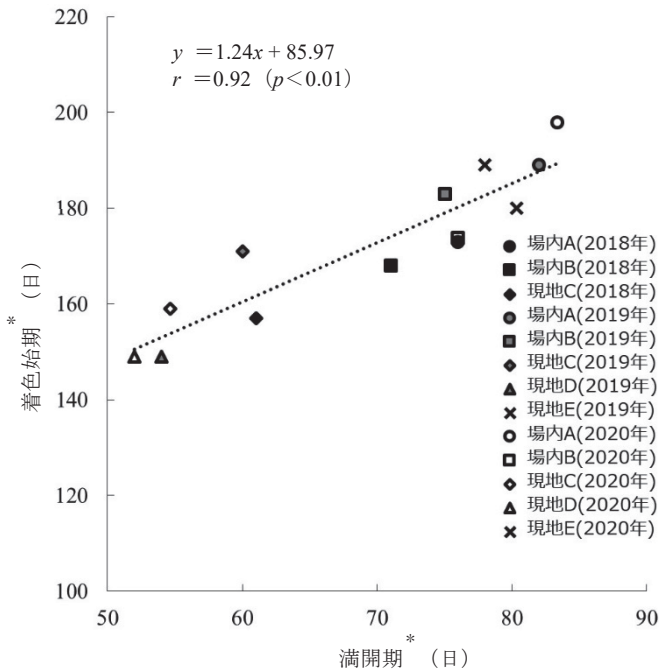
また，重回帰分析による収穫盛期の予測を試みた。(A)説明変数を着色始期と着色始期後30日間の日最高気温の期間平均($t_{\max 30}$) (第5表)，(B)説明変数を満開期と着色始期後30日間の日最高気温の期間平均($t_{\max 30}$)とする2通りの解析(第6表)の結果，どちらも有意ではあったが，自由度調整済み決定係数が(A) : 0.80, (B) : 0.97であり，(B)の方が当ては

第2表 各ハウスにおける満開期, 着色始期および収穫盛期

Table 2. Full bloom period, start of coloring and harvest date in each plastic house

圃場		満開期		着色始期		収穫盛期	満開期-収穫盛期
場内A	2018年	3月17日	(97) ^Z	6月22日	(65) ^Y	8月26日	(162)
	2019年	3月23日	(107)	7月8日	(62)	9月8日	(169)
	2020年	3月24日	(114)	7月17日	(46)	9月1日	(161)
場内B	2018年	3月12日	(97)	6月17日	(67)	8月23日	(164)
	2019年	3月16日	(108)	7月2日日	(53)	8月24日	(161)
	2020年	3月17日	(98)	6月22日	(54)	8月15日	(152)
現地C	2018年	3月2日日	(96)	6月6日	(44)	7月20日	(140)
	2019年	3月1日	(111)	6月20日	(26)	7月16日	(137)
	2020年	2月24日	(104)	6月8日	(35)	7月12日	(139)
現地D	2018年				nd ^X		
	2019年	2月24日	(94)	5月29日	(45)	7月13日	(139)
	2020年	2月22日	(97)	5月29日	(50)	7月17日	(147)
現地E	2018年				nd ^X		
	2019年	3月19日	(111)	7月8日	(53)	8月30日	(164)
	2020年	3月21日	(100)	6月29日	(56)	8月23日	(156)

^Z 括弧内は満開期から着色開始期までの日数を示す
^Y 括弧内は着色開始期から収穫盛期までの日数を示す
^X 2018年は調査対象外のためデータなし



第4図 満開期と着色始期の関係

Fig. 4. Relation between the full bloom period and the start of coloring

*1月1日を起算日とする日数で示した

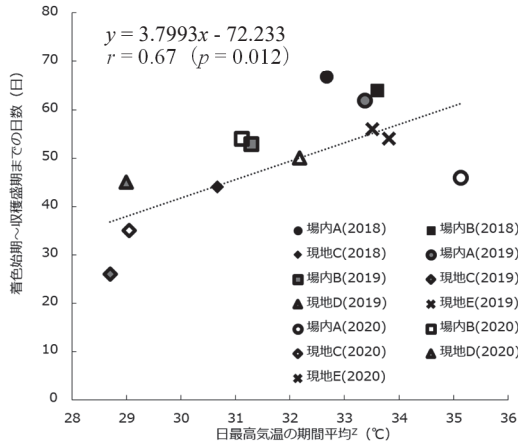
第3表 着色始期から収穫盛期までの日数とその期間の気温の相関

Table 3. Correlation between the number of days from the start of coloring to the harvest date and the temperature during that period

	相関係数	p値
日平均気温の期間平均 ^Z	0.6700	0.012
日最高気温の期間平均	0.6702	0.012
日最低気温の期間平均	0.0473	0.878

^Z 気温の集計期間はハウスの着色始期から収穫盛期までとした

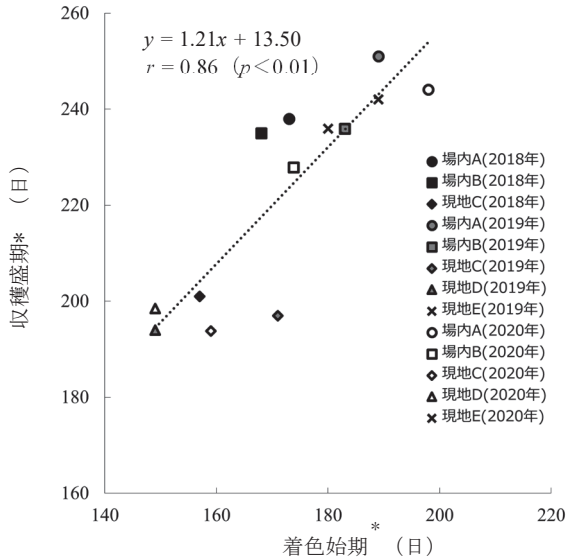
まりの良いモデルとなった。後者のモデルでは、満開期が1日遅れると収穫盛期が1.65日遅れ、着色始期以降の30日間の日最高気温の期間平均が1℃上昇すると収穫盛期が2.69日遅れるといった結果となった。



第5図 着色始期から収穫盛期までの日最高気温の平均値と日数との関係

Fig. 5. Relation between average daily maximum temperature and the number of days from the start of coloring to harvest date

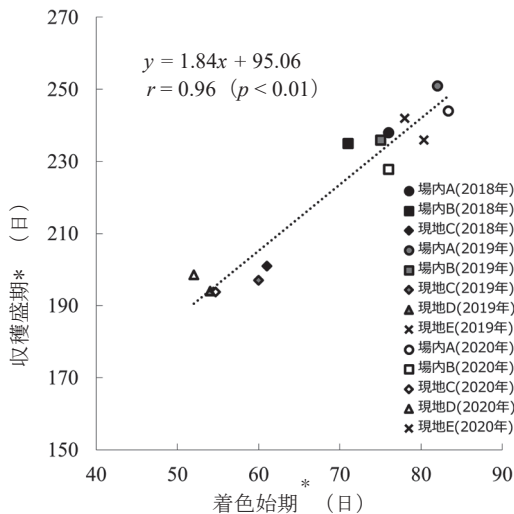
z 気温の集計期間は各ハウスの着色期から収穫盛期までとした



第6図 着色始期と収穫盛期との関係

Fig. 6. Relation between a start of coloring and harvest date

* 1月1日を起算日とする日数で示した



第7図 満開期と収穫盛期との関係

Fig. 7. Relation between full bloom period and harvest date

* 1月1日を起算日とする日数で示した

第4表 着色始期から収穫盛期までの日数と着色始期後一定期間までの日最高気温の期間平均との相関

Table 4. Correlation between the number of days from the start of coloring to the harvest date and the average daily maximum temperature for a certain period after the start of coloring

着色始期後日数	相関係数	p 値
10日	0.18	0.56
20日	0.32	0.29
30日	0.57	0.03

第5表 着色始期および着色始期以降30日間の日最高気温の期間平均を説明変数とした重回帰分析の結果

Table 5. Results of multiple regression analysis using start of coloring and the average of the daily maximum temperature for 30 days after the start of coloring as the explanatory variable

	係数	p 値	t 値
D_{cs}	1.05	>0.01	5.34
t_{max30}	3.41	>0.05	1.51
切片	-64.9	0.20	-1.37

自由度調整済み

決定係数

0.80

$$D_h = -64.94 + 1.05D_{cs} + 3.41t_{max30}$$

D_h : 収穫盛期

D_{cs} : 着色始期

t_{max30} : 着色始期以降の30日間の日最高気温の期間平均

着色始期、収穫盛期は1月1日を起算日とした日数を用いた

第6表 満開期および着色始期以降30日間の日最高気温の期間平均を説明変数とした重回帰分析の結果

Table 6. Results of multiple regression analysis using the full bloom period and the average of the daily maximum temperature for 30 days after the start of coloring as the explanatory variable

	係数	p 値	t 値
D_{fb}	1.65	>0.01	16.3
t_{max30}	2.69	>0.01	4.68
切片	24.0	0.18	1.46

自由度調整済み

決定係数

0.97

$$D_h = 24.0 + 1.65D_{fb} + 2.69t_{max30}$$

D_h : 収穫盛期

D_{fb} : 満開期

t_{max30} : 着色始期以降の30日間の日最高気温の期間平均

満開期、収穫盛期は1月1日を起算日とした日数を用いた

考察

カキの発育期は果実肥大が旺盛な第1期、果実肥大が停滞する第2期、その後の第3期に分けられる(米森, 2002)。「平核無」では、第1期の適温は昼夜ともに25℃または昼温25℃/夜温20℃であると考えられ、第2期の適温は昼夜とも20℃から25℃、第3期の適温は昼温20℃/夜温20℃または昼温25℃/夜温20℃であると考えられている(平・板村, 1989)。しかし、本研究において観測された第2期に相当する時期の気温は15~36℃、第3期に相当する時期の気温は15~40℃と適温から大きくはずれる傾向にあり、温度による果実肥大への影響は判然としなかった。また、最終的な果実の大きさについては土壌水分量の影響を受けていると考えられる(米森, 2002)。「平核無」の満開期から収穫期までの日数は、開花期の遅い地域で短くなり、これは果実成長の鈍くなる第2期が気温の低い地域では短縮されるためであると報告されている(鄭ら, 1990)。しかし、ハウス内気温が高い本研究においては第3図に示すとおり、二重S字型の生長は明瞭に見られず、加温栽培における果径の推移は、概ね満開期後日数に応じて対数関数的に増加することが示された。露地栽培では梅雨明け後の高温乾燥で果実肥大が一旦停止して第2期が明瞭となるが、ハウス栽培では高温であるにもかかわらず、定期的に灌水を実施するので、わずかながら果実肥大が進み、第2期が不明瞭になっていた可能性が考えられる。

カキの着色にはクロロフィルの分解とカロテノイドの蓄積の過程があり、これらは温度の影響を受けることが報告されている(鄭ら, 1988)。「前川次郎」では、果色を満開後日数で比較した場合、促成栽培において露地よりも着色開始期が遅く、その後の着色も進みにくいことが報告されている(伊藤, 2007)。また、山形県庄内地方の露地の「平核無」においても、着色開始期以降の気温の影響を受けており、9月半ばから10月初めにかけての低温が着色に有利に働くことが報告されている(平・板村, 1989)。さらに、クロロフィル分解の適温が14℃であり、高温ではクロロフィル分解が抑制されること、一方でカロテノイドの蓄積の適温は22℃で、高温ではカロテノイドの蓄積量が減少することが報告されている(鄭ら, 1988)。露地の「刀根早生」においても、着色期に相当する9月上中旬の気温と着色の関係について、9月上中旬の気温の低下が着色の進行に影響を及ぼして

いることが報告されている(辻本・北條, 2015)。本研究では、加温栽培の「刀根早生」においても日最高気温の期間平均が28~35℃の範囲では着色始期から収穫盛期までの日最高気温の期間平均が低ければ着色進展が促進されることが示されており(第5図)、これらの報告と同様の傾向を示したものと考えられる。

加温栽培の「刀根早生」において、収穫盛期は満開期によって予測が可能であった(第7図)。重回帰分析においては、第4図および第5図からより相関の小さい着色始期から収穫盛期までの期間の気温の影響に着目し、説明変数として着色始期から収穫盛期までの日数との相関が最も高かった着色始期以降の日最高気温の期間平均を用いることとした。「着色始期以降の日最高気温の期間平均」の期間について検討したところ、着色始期以降30日間の日最高気温の平均値と着色始期から収穫盛期までの日数との間で最も高い相関が見られ(第4表)、また、着色始期から収穫盛期までの日数については平均50日、最短26日であったことから、今回の重回帰分析では着色始期以降30日間の期間平均を用いることとした。また、着色始期以降30日間のハウス内の日最高気温の期間平均を加味することによって当てはまりの良いモデルを得ることができた(第5表、第6表)。本永ら(1994)は「平核無」において、収穫時期の参考とするため着色進展予測モデルを報告している。これは、満開21日後から75日後の日照時間、9月11日から9月25日の最高気温の積算値、9月6日から9月20日の降水量を変数として用いたパラメータによる予測法であり、着色進展が気温の影響を受けることを示している。収穫時期は果実の大きさではなく、着色の度合いによって決まっており、着色の進展は着色始期から収穫盛期までの気温の影響を受けるため、満開期と着色始期後の気温に基づく収穫予測モデルの当てはまりがよいと考えられる。なお、満開期から収穫盛期までの日数と着色始期から収穫盛期までの日数については、満開日が2月下旬から3月上旬である早期加温のハウスにおいて短い傾向がみられた。これらのハウスは着色始期~収穫盛期までの日最高気温の平均値が31℃以下であった(第5図)。このことから、満開期が3月中下旬であるハウスに比べて、着色始期以降に比較的高温に遭遇せず、カロテノイドの蓄積やクロロフィルの分解が高温によって抑制されないため満開期から収穫盛期までの日数が短くなったと推察される。早期加温と普通加温の違いに

について考慮に入れ、本研究で得られたモデルについて、今後精度の検証を行なっていく必要がある。

摘要

ハウス栽培の‘刀根早生’について、ハウス内気温が果実肥大、着色および収穫盛期に及ぼす影響について検討した。果実肥大に対する気温の影響は判然としなかった。着色については着色始期から収穫盛期までの期間における日最高気温の影響を受けており、日最高気温が高くなると着色が遅れることが示唆された。収穫盛期について満開期と着色始期以降30日間の日最高気温の平均値によって予測が可能なモデルを開発した。

引用文献

- 中條利明. 富有カキ果実の発育ならびに品質に及ぼす温度条件に関する研究. 香川大農紀要. 1982, 37, 1-63.
- Fumuro, M. and N. Utsunomiya. Shoot Growth and Fruit Development as Affected by Warming the Soil in Forcing Culture of 'Tonewase' Persimmon under Restricted Root Volume. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 1999, 68, 1146-1148.
- 長谷川耕二郎, 尾形凡生. 高知における最近20年のカキの萌芽, 開花および満開期と気温との関係. 植物環境工学. 2007, 19, 175-181.
- 今川順一. カキ‘刀根早生’の加温栽培における低コスト安定生産に関する研究. 奈良農総セ研報. 2009, 特別報告.
- 伊藤 寿. カキ‘前川次郎’の気温反応に関する研究 筑波大学博士 (農学) 学位論文. 2007, 平

- 成19年7月25日授与 (乙第2311号) .
- 小松英雄, 山本貴司, 富田栄一, 西谷公男. 標高とカキ‘平核無’の開花期及び果実品質. 和歌山果樹試験報. 1998, 10, 39-50.
- 本永尚彦, 熊木 茂, 大竹 智. カキ「平核無」の果実着色進展予測法. 園芸北陸支部要旨. 1994, 12, 658.
- 村尾昭二, 丸尾勇治郎, 福田哲生. 平均気温と日照時間によるもも「あかつき」の収穫盛期予測. 香川県農業試験場研究報告. 2002, 55, 33-36.
- 中村友之. カキ‘前川次郎’の自発休眠覚醒と温度の関係およびモデルの作成. 静岡柑試研報. 2001, 31, 21-24.
- 新川 猛, 鈴木哲也, 尾関 健, 西垣 孝. カキ‘富有’における夏秋季の気温低下と果皮の着色との関係. 園学研. 2014, 13, 59-65.
- 杉村輝彦. カキの加温促成栽培における温度管理の効率化と高品質果実生産に関する研究. 奈良農総セ研報. 2009, 特別報告.
- 平 智, 板村裕之. 山形県庄内地方における最近5年間のカキ‘平核無’果実の発育及び成熟の様相について. 山形大紀要(農学). 1989, 10, 903-910.
- 辻本誠幸, 北條雅也. カキ‘刀根早生’の果実肥大および着色と気象条件との関係性. 奈良県農研セ研報. 2015, 46, 19-26.
- 米森敬三. “10.果実の発育と成熟”. 最新果樹園芸学. 水谷房雄, 平塚 伸, 伴野 潔, 久保田尚浩, 石井孝昭, 若菜 章, 片岡郁雄, 米森敬三, 久保康隆, 山田 寿, 朝倉書店, 2002, 177-187.
- 鄭 国華, 安田 稔, 平野 健, 杉浦 明. 果実温度がカキ‘平核無’果実の成熟に及ぼす影響. 園学要旨. 1988, 昭63春, 106-107.
- 鄭 国華, 平 智, 米森敬三, 杉浦 明. 温度条件の異なる地域におけるカキ果実の発育および成熟様相の相違. 園学雑. 1990, 59, 471-477.

