

令和元年6月12日現在

機関番号：11301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K07585

研究課題名(和文) 高温条件下でのイチゴ四季成り性品種の品質低下の機構解明と克服に関する研究

研究課題名(英文) Study of fruit quality of everbearing strawberry under high temperature

研究代表者

西山 学 (Manabu, Nishiyama)

東北大学・農学研究科・助教

研究者番号：80312627

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,700,000円

研究成果の概要(和文)：日本のイチゴの生産では、主に一季成り性品種が栽培されているが、6～10月が端境期となっている。このため、端境期でも果実生産できる四季成り性品種の導入が進められているが、高温の影響で収量や品質が落ちることが問題となっている。これらの詳細な要因を明らかにし、改善を目的とした本実験では、結実率と果実品質は相関がないことが認められた。また、食味の良い品種は高温でもスクロース含量が高いことが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

高温条件下におけるイチゴ果実品質低下の一因が明らかとなった。より詳細が明らかとなれば、夏季のイチゴ果実の品質向上に結びつくと考えられる。これまで端境期であった夏季に品質の良い果実が多収できることは、生産者や消費者にとって有益であると考えられる。温暖化の影響で日本の夏は暑くなることが予想されているが、本研究をより発展させることで、他の作物でも高品質や生産性を維持できると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In Japan, most strawberry cultivars grown for fruit production are June-bearing, single-cropping type strawberries. Unlike June-bearing strawberry cultivars, everbearing strawberry cultivars are suitable for summer cropping. However, fruits production decreases and fruits quality were poor under high temperature in summer. To improve the fruits production and fruits quality, everbearing strawberry plants were grown under high temperature and detailed factors which lower the production and quality were investigated. There is not a correlation between rate of fruit set and fruit quality. And good tasted fruits have high sucrose content even under high temperature.

研究分野：園芸学

キーワード：四季成り性イチゴ 果実 高温

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

イチゴは、卸売価額が1,500億円と国産果実ではミカンに次いで高く、最も重要な園芸作物の一つである。現在、日本で栽培されているイチゴの品種のほとんどは一季成り性品種であるが、6~10月は果実生産の端境期となっており、海外から生鮮果実を輸入している。しかし、食味や鮮度に問題があることから国産果実に対する需要がある。そこで、端境期でも果実生産できる四季成り性品種の導入が進められている。しかし、高温の影響で、果実が小さくなったり、糖度が低くなったり、受精不良による奇形果が生じたりすることで、収量や果実の品質が落ちることが問題となっている。特に近年は夏が異常に暑くなる傾向があり、栽培現場では深刻な問題となっている。

### 2. 研究の目的

本研究では、夏季に高品質の果実を生産することを目標とし、果実品質の低下を引き起こす要因を解明することで、栽培あるいは育種の解決の端緒を開くことを目的とする。特に、夏秋季に栽培することを目的とした四季成り性品種を供試して、高温条件下での果実品質低下克服のための技術開発に資する知見を得ることを目的とする。

### 3. 研究の方法

材料としてイチゴの四季成り性品種である‘なつあかり’ (以下の一部の図で‘なつ’と省略) と‘すずあかね’ (以下の一部の図で‘すず’と省略) を供試した。栽培はファイトロン内で行った。温度は、光合成には影響を及ぼさないが、着果や品質に影響を及ぼす、昼温 30 / 夜温 25 (以下 30 ) とした。対照として、昼温 25 / 夜温 20 (以下 25 ) でも栽培して 30 / 25 と比較することにより、高温の影響を受ける形質を明らかにしようとした。日長は自然日長とした。

品質に関わる形質として、果実の大きさや糖含量の品種間差異を調査した。糖については、いくつかの成熟段階を設けて、各段階における組成を調べた。なお、イチゴの花序は二出集散花序であり、1つの花房(花序)の中に、1番花は1個、2番花は2個、3番花は4個のように、n番果は $2^{n-1}$ 個が着生する。本実験では、2番果まで調査し、3番花より高次の果実は摘除した。

### 4. 研究成果

株の成長は対照区で旺盛な傾向が認められたが、イチゴは涼温で成長が促進されるという従来の知見と一致した。

果実の結実率(表1)は、‘なつあかり’では30より25で高く; ‘すずあかね’では温度による差が認められなかった。25では‘すずあかね’より‘なつあかり’が高く、30では‘なつあかり’より‘すずあかね’が高かった。成熟日数(表1)は、品種に関わらず25より30の方が早かった。また、25でも30でも品種間差は認められなかった。この結果は、イチゴの果実の成熟は、温度が早い方が成熟が早いという従来の結果と一致した。果実重(表1)は、品種に関わらず30より25の方が重かった。また、25でも30でも品種間差は認められなかったが、‘すずあかね’より‘なつあかり’の方が重い傾向が認められた。‘すずあかね’の30区で他の処理区と比較して有意に低かった。以上の結果、結実率については; ‘すずあかね’の方が高温に対する耐性があることが考えられた。しかし、30の‘すずあかね’は果実重が低かったことから、要因を解明する必要があることが示唆された。

表1 果実の成熟に及ぼす温度の影響。

		結実率 (%)	成熟日数	果実重 (g)
‘なつあかり’	25℃	90.5	30.0 a	9.2 a
	30℃	40.0	19.5 b	5.8 ab
‘すずあかね’	25℃	67.1	29.1 a	7.2 ab
	30℃	64.0	18.2 b	4.1 b

同一カラム内の異なるアルファベットは、Tukey法により5%水準で有意差があることを示す。

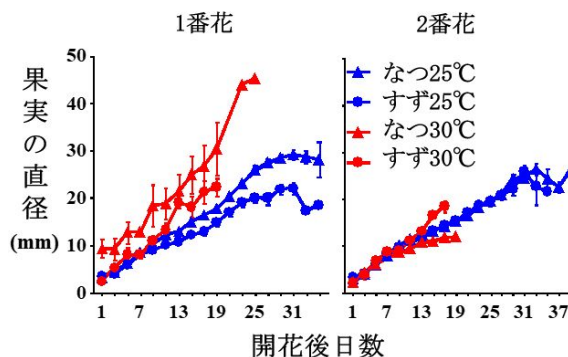


図1 果実の直径に及ぼす温度の影響。

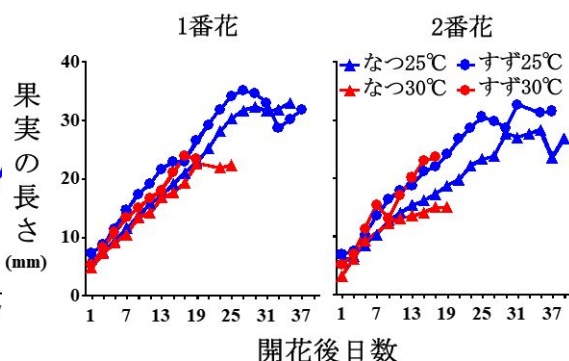


図2 果実の長さに及ぼす温度の影響。

果実の直径(図1)は、1番花の場合、'なつあかり'は25より30で大きかった。'すずあかね'は温度間差が認められなかった。25でも30でも、'すずあかね'より'なつあかり'の方が大きかった。2番花の場合、'なつあかり'は30より25で大きかった。'すずあかね'は温度間差が認められなかった。25では、品種間差が認められなかったが、30では、'すずあかね'より'なつあかり'の方が大きかった。果実の長さ(図2)は、1番花の場合、品種にかかわらず30より25で大きかった。温度にかかわらず、品種間差は認められなかった。2番花の場合、品種にかかわらず30より25で大きかった。また、温度にかかわらず'なつあかり'より'すずあかね'の方が長かった。以上の結果、果実の直径が'なつあかり'の30で最も大きかったが、イチゴ果実の奇形の一種である鶏冠果が発生したことが原因であった。高温が鶏冠果発生要因の一つとなることが明らかとなったが、高温が鶏冠果を誘引する原因については今後検討する必要がある。

果実の糖含量(1番花,2番果を区別しなかった場合)について、グルコース、フルクトース、スクロースを定量した(表2)。グルコースは、有意差が認められなかったが、品種にかかわらず30より25で高い傾向が認められた。また、有意差が認められなかったが、温度にかかわらず'すずあかね'より'なつあかり'の方が高い傾向が認められた。フルクトースもグルコースと同様の傾向が認められた。一方、スクロースは有意差が認められ、品種にかかわらず30より25で高い傾向が認められた。また、温度にかかわらず'すずあかね'より'なつあかり'で高い傾向が認められた。以上の結果、イチゴの果実は、温度が低い方が各糖が多く蓄積することが明らかとなった。温度が低い方が果実の成熟日数が長いこと(表1)が、影響していることが推察された。また、糖の組成について、スクロースで温度と日長の影響が認められた。'なつあかり'は四季成り性品種の中でも食味が良い品種であると言われているが、スクロースの蓄積が他の品種よりも高いことが要因であると考えられた。高温条件下で食味を良い品種を育成する場合は、'なつあかり'を子房親か花粉親か親とすると良いことが明らかとなった。

25における果実の着色段階ごとの糖組成について、'すずあかね'のスクロース以外は、着色率が75%から100%になる段階で急激に増加した(図3)。一方、'すずあかね'のスクロースは同段階でほぼ変化が認められなかった。イチゴでは、スクロースが果実に蓄積した後に、グルコースとフルクトースに分解される。'なつあかり'ではスクロースの減少が認められなかったことから、果実の着色段階の後期でもスクロースが多く蓄積することが明らかとなった。'すずあかね'は'なつあかり'と異なり、同段階でスクロースが蓄積しないことが明らかとなった。なお、30では、収穫できた果実の数が少なかったために、着色段階ごとの糖組成を測定できなかった(100%着色した果実の糖組成は表2の通り。)

高温条件下において、果実の十分な肥大が認められないこともあったが、原因として、高温で花托が小さくなったことに加え、雄しべや雌しべなどの生殖器官が正常に機能していなかったことが考えられた。花托が小さかったことについては、高温では細胞の肥大が十分でなかったことが考えられた。また、イチゴの場合、正常な受精をした瘦果がオーキシンを生合成し、果実の成長を促進させることが知られているが、花粉の稔性が低かったか、雌しべが正常に機能していなかったために不受精となり、オーキシンの生合成量が低くなり、このことも果実が肥大しなかった原因となったことが考えられた。以上のように、高温条件下では花器の異常が誘発されるために、果実肥大が不良となり、品質や収量が低下することが明らかとなった。また、イチゴの四季成り性品種では、高温と短日が組み合わさると花芽分化が停止する減少が知られているが、本実験でも花房の発生が停止し、収穫できない時期もあった。

## 5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計 0件)

表2 成熟果の糖含量に及ぼす温度の影響。

品種	温度(°C)	Glu	Fru	Suc
なつあかり	25	2.87 <sup>z</sup>	3.56	4.09
	30	2.38	2.81	2.29
すずあかね	25	2.64	3.02	1.10
	30	1.28	1.51	0.56
有意性 <sup>y</sup> 品種		NS	NS	**
温度		NS	NS	*
交互作用		NS	NS	NS

<sup>z</sup> 3反復の平均値. g/100gFW

<sup>y</sup> NS, \*\*, \*は、分散分析で、それぞれ有意差なし、1%水準、5%水準で有意差があることを示す。

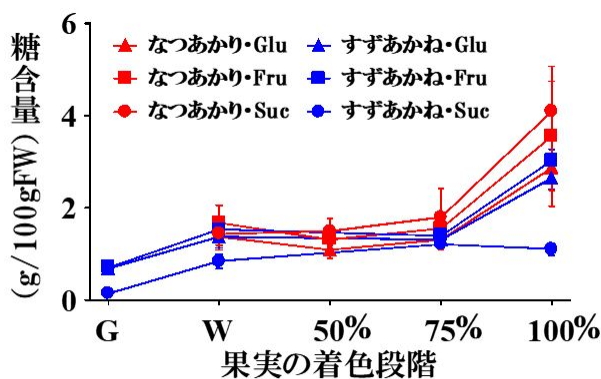


図3 糖含量に及ぼす温度の影響(25°C)。

〔学会発表〕(計 0件)

〔図書〕(計 0件)

〔産業財産権〕  
出願状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
出願年：  
国内外の別：

取得状況(計 0件)

名称：  
発明者：  
権利者：  
種類：  
番号：  
取得年：  
国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<http://www.agri.tohoku.ac.jp/hort/index-j.html>

## 6. 研究組織

### (1)研究分担者

研究分担者氏名：金山 喜則

ローマ字氏名：Kanayama Yoshinori

所属研究機関名：東北大学

部局名：農学研究科

職名：教授

研究者番号(8桁)：10233868

### (2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。