

ISSN 2188-5273

BULLETIN
OF
OITA PREFECTURAL AGRICULTURE, FORESTRY AND FISHERIES
RESEARCH CENTER

No.5

JUNE 2015

大分県農林水産研究指導センター

研 究 報 告

第5号

平成27年6月

大分県農林水産研究指導センター

ハウスミカンにおける果実成長の環境応答と
省エネルギー温度管理

Response of fruit growth to environment and energy-saving temperature regime
in the greenhouse-grown Satsuma mandarin (*Citrus unshiu* Marc.).

矢野 拓

Taku YANO

大分県農林水産研究指導センター
農業研究部 果樹グループ

Fruit Tree Group, Agricultural Research Division, Oita Prefectural Agriculture, Forestry and
Fisheries Research Center

キーワード：夜温、水ポテンシャル、日射量、光合成、呼吸、転流、師部輸送、木部輸送、
¹³C、果実品質、果実肥大、砂じょう

*九州大学大学院生物資源環境科学府学位論文 2015年（平成27年）

目 次

緒 言	1
I 果実成長に及ぼす環境要因の影響	
1 はじめに	3
2 材料および方法	3
3 結果	4
4 考察	5
II 果実の水・炭素収支の定量法	
1 はじめに	9
2 材料および方法	9
3 結果	12
4 考察	14
III 光条件が果実の水・炭素収支に及ぼす影響	
1 はじめに	16
2 材料および方法	16
3 結果	17
4 考察	20
IV 夜温が果実の水・炭素収支に及ぼす影響	
1 はじめに	22
2 材料および方法	22
3 結果	23
4 考察	26
V ソース・シンク比と夜温が果実成長と収量に及ぼす影響	
1 はじめに	29
2 材料および方法	29
3 結果	31
4 考察	34
VI 異なる夜温管理法の適用	
1 はじめに	37
2 材料および方法	37
3 結果	38
4 考察	42
総合考察	44
摘 要	50
謝 辞	52
引用文献	53
S u m m a r y	62

緒 言

日本は資源輸入国である。世界の施設園芸における暖房エネルギーの多くは、化石燃料に由来しており、我が国では特に重油の占める割合が大きい。近年は電力で稼働するヒートポンプの高性能化と普及が加速しているとはいえ、2011年3月の東北大地震による福島第一原子力発電所事故以降は、資源エネルギー庁が2014年6月に発表した平成25年エネルギー白書によると、直近2013年度の電力の化石燃料依存度は88%（うち天然ガス29.3%、石炭25.0%、石油等7.5%）と高く、震災前である2010年の62%（うち天然ガス43.2%、石炭30.3%、石油等14.9%）と比較すると大幅に増加している。

2000年以降は、1980-1990年と比較して、燃料価格が大きく変動しており、特に2010-2014年は、国際情勢等を反映して価格が高騰した。施設園芸品目の中で、ハウスミカンやマンゴーといった年間暖房量が多い品目における燃料価格高騰への対応方策は、より省エネルギーで安定経営が見込める品目や品種への更新が最も合理的である。しかし、永年性作物である果樹における従来の栽培技術では、品種更新には通常「育成」と呼ばれる数年間の栄養成長期間が必要で、未収益期間の存在が常であり、これが経営上の大きなネックになっている。したがって、施設果樹の高収量化と省エネルギー化は、近年最も重要な課題として位置づけられている。

ウンシュウミカンは我が国における主要な園芸品目で、周年供給態勢が整っている。一般的な高品質果実は、直径6.1-6.7cm（約81-105g）で濃橙色、糖度12%以上、酸1.0%以下とされている。4月から8月までの出荷は、1980年代より加温ハウスから「ハウスミカン」や「温室ミカン」という商品名で供給・販売されている。農林水産省のデータでは、2013年における全国のハウスミカン出荷量に占める県別割合は、佐賀県30%、愛知県16%、大分県8%の順で、九州産が54%を占めている。しかし、ハウスミカンの生産には多くの燃料を必要とするため、近年の燃料価格の高騰は生産者の経営を圧迫しており、栽培面積の減少に伴って国内需要に対する供給が不足する傾向にある。

ハウスミカン栽培が国内のキャンキツ産地に普及して40年以上経過するが、栽培の基本となる温度管理は、依然として露地栽培における気象条件の再現を念頭に構築された消極的な温度管理体系であり、ウンシュウ

ミカンの生理生態に基づいたものではない。一方、トマト等の果菜類では、同化産物の転流や分配に基づき、夜間変温管理が提唱されてきた（吉岡・高橋¹⁷⁰⁾、1981）。これは、日没直後は転流促進のため高夜温とし、深夜は呼吸消費を抑える目的で低夜温とする考えに基づいている。ハウスミカンにおいても、果実肥大期を対象に夜間変温管理の試験事例が報告されているが（本美⁵⁷⁾、2009）、広く普及していない。

ハウスミカン果実肥大期における慣行の温度管理は、設定夜温が23-25℃で、この設定を厳寒期に約60日間維持するため、生産コストを著しく高いものになっている。しかしながら、40年以上の栽培の歴史は、慣行の温度管理を産地に根深く浸透させており、個々の生産者は、慣行の温度管理に疑問を感じてはいても、失敗のリスクを考えると結局は慣行に従っているのが現状である。よってハウスミカンにおける栽培管理の見直しには、明確な基準化が求められる。この基準化とは、果実成長の定量化と環境応答の解明にほかならず、葉の光合成を起点とした物質生産、葉から果実への同化産物の転流を介したソース・シンク関係などが環境に対しどう反応するか、これらを詳細に吟味・解明し、栽培管理の合理化を図る必要がある。

ウンシュウミカンに限らず、果実の生育は水管理や日射量等の温度以外の栽培要因にも大きく左右される（Yano et al.¹⁶⁸⁾、2012；川野⁷²⁾、1984）。また一般に、作物栽培において、温度単独の影響のみを抽出して議論検討することにはしばしば困難を伴う。特に、個体サイズの大きな果樹においては、実験施設の制約等もあり、温度を含む複数の栽培要因の各々を検証しながら、温度の影響を相対的に解明する手法をとらざるを得ない。

環境応答に関する研究報告が比較的多いトマトでは、栄養成長と生殖成長が同時に起こるため、温度が収量や果実品質に及ぼす影響は複雑である。Hurd and Graves⁵⁹⁾（1985）は、トマトにおいて慣行夜温と比較して低夜温の方が低い初期収量と高い総収量となることを示した。ウンシュウミカンといった年1作の品目は、気温はソースやシンク器官の成長に直接影響するものと思われる。また、ウンシュウミカンは主なソース・シンク器官が一斉に発生するため、年数回開花・結実する品目に比べると、これら器官の年齢的バラツキは小さく、ソース・シンク関係といった生育プロセスは比較的単純なことが予想される。したがって、ウンシュウミカンは、果実成長に対し温度が及ぼす直接的な影響を検証しやすい材料とすることができる。

本研究の目的は、ハウスミカンにおける省エネルギー栽培技術の確立を図るもので、特に果実成長における環境応答の解析に主眼を置いた。研究内容の構成は、まずⅠでは、様々な環境で複数年の栽培試験を行い、果実成長に及ぼす環境要因の影響を解析した。Ⅱでは、果実の水・炭素収支の定量化のために必要な評価手法について検討した。ⅢおよびⅣでは、Ⅱで検討した手法を用い、果実の水・炭素収支の観点から、成長段階における果実の環境応答を明らかにした。Ⅴでは、ソース・シンク比と夜温が果実成長や品質、収量などに及ぼす複合的な影響を明らかにした。Ⅵでは、様々な夜温管理体系が果実成長や品質に及ぼす影響を明らかにし、既往の報告を含んだ全体的な総括により省エネルギー栽培管理の具体的方法について明らかにした。