

## 半樹別交互結実法による「せとみ」の連年安定生産と熟期促進

西岡 真理・中島 勘太\*・岡崎 芳夫

### Promotion of Maturity and Stable Annual Production of 'Setomi' Through a Half-Canopy Alternate Bearing System

NISHIOKA Mari, NAKASHIMA Kanta and OKAZAKI Yoshio

**Abstract:** This study investigated bearing methods, ethichlozate crown spraying, and short-term sheet mulch coverage as maturity promotion techniques to promote maturity and enable early harvesting of 'Setomi'. 1. The half-canopy alternate bearing system, which involves fruit thinning in the production area in late June and early August—ultimately reaching 1.8 times the conventional amount (leaf-to-fruit ratio of 60)—effectively promotes fruit enlargement and enhances quality. 2. A single application of 100 ppm ethichlozate crown spray in late August is suitable improving fruit quality. 3. Covering with sheet mulch for two months, from October to November, effectively enhances fruit coloration. By integrating these methods, the harvest period of “Setomi” can be advanced by 2 to 4 weeks, and eliminating the need for bagging to prevent cold weather damage. Additionally, the half-canopy alternate bearing system serves as an effective strategy to mitigate biennial production, a growing concern in recent years due to abnormal weather conditions.

**Keywords:** ethichlozate, sheet mulch, bagless cultivation, fruit bags

**キーワード:** エチクロゼート、シートマルチ、無袋栽培、果実袋

### 緒言

「せとみ」は、山口県農業試験場大島柑きつ試験場（現：山口県農林総合技術センター農林業技術部柑きつ振興センター、以下柑きつ振興センター）において、「清見」を種子親に、「吉浦ポンカン」を花粉親として1981年に交配し、2004年に品種登録された山口県オリジナルの中晩生カンキツ品種である（宮田ら, 2003）。プチプチとした食感と高糖度で良食味であることから、市場からは高い評価を得ている。また、糖度13.5度以上、酸度1.35%以下などの一定の品質基準を満たした果実は、「ゆめほっぺ」の商標（2004年12月商標登録、権利者：山口県農業協同組合）で、平均単価656円/kg（2023年産JA山口県調べ）と高単価

で販売されている。

本品種は、山口県果樹振興計画の生産振興品目に位置付けられており、周防大島町を中心に生産拡大が図られてきたが、近年は面積拡大が伸び悩み、品種登録から20年経過した現在でも、栽培面積は45ha（県農業振興課調べ）に留まっている。その要因として、夏季の干ばつ、冬季の低温等の近年の気象変動がある。これらの極端な気象変動に起因する樹勢低下により、顕著な隔年結果や収量低下を招き、産地で問題となっている（兼常ら, 2021）。また、近年は強い寒波の襲来頻度が高まり、寒害リスクの増加や果実の品質低下にも影響を及ぼしている。さらに、寒害、鳥害防止を目的に行う袋かけ作業（山口県果樹栽培技術指針, 2021）が、生産者の負担になっていることも挙げら

\* 現 周南農林水産事務所

れる。「せとみ」は立性で樹高が高くなりやすく（岡崎ら, 2020）、果実一つひとつへの袋かけ作業は作業負担が非常に大きい上に、袋かけ時期はウンシュウミカンの収穫時期と重なるため、労力確保も難しい。

そこで、連年安定生産と、寒害回避のために早期収穫を可能にする熟期促進を目的に、「せとみ」における半樹別交互結実法（以後、半樹結実または半樹と略す）の活用について検討した。ここで言う早期収穫とは、慣行の1月下旬収穫は寒害リスクが高いことから収穫期を2週間程度早い1月上旬とし、品質基準として収穫期に糖度13度以上、クエン酸1.5%以下、8分着色果8割以上を目標とした。

カンキツの持つ隔年結果性を逆手に取った隔年交互結実法は、様々なカンキツで報告があり、その交互結実法は樹別や半樹別、枝別など多様である（宮田ら, 2002、中川ら, 2003、藤原ら, 2008）。「青島温州」の樹別や半樹別結実においては、糖度向上および着色促進効果が認められたとの報告もある（宮田ら, 2002）。なお、この半樹別結実とは、一樹を東西に2分割して一方の面に結実部（生産部）、他方を無結実（遊休部）として、毎年交互に繰り返す方法である（宮田ら, 2002）。「せとみ」は、M・L階級が売れ筋のウンシュウミカンと異なり、大玉果実生産を目標とすることから、果実肥大期から成熟期にかけて樹勢の維持が必要となるため、樹別結実ではなく半樹結実が適すると考え、本試験では半樹結実法を選択した。そこで、「せとみ」の半樹結実において、大玉果実生産、糖度向上および着色促進に有効な着果程度や摘果時期について検討した。

次に、ウンシュウミカンにおけるエチクロゼート散布とシートマルチ栽培の組み合わせは、糖度向上や着色促進、果皮色の向上など高品質果実生産が可能になり（北園ら, 2008）、「トサブentan」では糖度向上効果が確認されている（澤田, 2015）。これらと半樹結実法との組み合わせによる相乗効果が期待できると考え、カンキツの熟期促進に登録のあるエチクロゼートの「せとみ」における効果的な使用方法や、着色促進に有効なシートマルチの短期被覆、これらを組み合わせた体系的な技術について検討した。さらに、袋かけの省力化に向けて、果実袋の検討を行い、一定の成果が得られたので報告する。

## 材料および方法

### 1 結実方法の検討

#### 1) 半樹結実法の摘果程度の違いが収量および果実品質に及ぼす影響

[2018年度、2019年度]

柑きつ振興センターの水田埋め立て造成圃場（4号圃場）に栽植の「せとみ」（「興津早生」を中間台木として2005年に高接更新）15年生樹を供試し、2018年と2019年に調査を行った。試験区は、①半樹結実1.5倍量区、②半樹結実2倍量区、③慣行区とし、1区1樹3反復とした。なお、果実の肥大抑制や反収の減少を避けるためにそれぞれ設定した1.5倍量（葉果比70）および2倍量（葉果比50）については、生産部の着果量として葉果比80~100とする慣行結実と比較した結実量である。遊休部は、6月下旬に全摘果し、生産部の摘果は6月下旬に粗摘果、8月下旬に仕上げ摘果と2回に分けて行った。両年とも有袋栽培とし、11月に果実袋を被覆した。なお、使用した果実袋は、現行の筋ハترون紙二重袋（商品名：オレンジ14号止入、横175mm/縦215mm、小林製袋株式会社製、以下二重袋）とした。2018年産は、2019年1月23日に採取し、2月1日に果汁内容、階級および着色、5月14日に着花程度（5段階評価で1:少~5:多）を調査した。2019年産は、2020年1月9日に採取し、1月10日に果汁内容、1月12日に収量および着色、5月15日に着花程度を調査した。

[2020年度]

2018年度および2019年度の試験結果から、慣行の2倍量着果は糖度向上効果が高い傾向にある一方で、果実肥大が抑制される傾向が認められたため、2020年度は、着果量を慣行の1.8倍量（葉果比60）に変更して半樹区を設定（第1区）し、慣行区と比較した。センター内に栽植された18年生の「せとみ」を供試し、試験規模は1区1樹3反復とした。半樹の摘果時期は慣行と同様とした。果実袋は両区とも被覆しなかった。年末に寒波予報あったことから2020年12月28日に採取し、12月28日に果汁内容、2021年1月13日に収量および着色を調査した。

#### 2) 半樹結実法の摘果時期の違いが収量および果実品質に及ぼす影響

柑きつ振興センター内の水田埋め立て造成圃場の「せとみ」（「興津早生」を中間台木として2005年に高接更新した14年生）を供試した。試験区は、①半樹結実6月下旬粗摘果+8月上旬仕上げ摘果（以下、半

樹6月・8月摘果)区、②半樹結実8月上旬1回摘果(以下、半樹8月摘果)区、③慣行区(6月下旬粗摘果、8月上旬仕上げ摘果)とし、1区1樹3反復とした。半樹の着果量は慣行の1.5倍量とし、遊休部は6月下旬に全摘果した。なお、2019年11月21日に、全ての区の果実に二重袋を被覆した。2020年1月9日に採収し、1月10日に果汁内容、1月21日に収量および着色を調査した。

### 3) 半樹結実法が連年安定生産に及ぼす影響

柑きつ振興センター内の水田埋め立て造成圃場の「せとみ」(「興津早生」を中間台木として2005年に高接更新)を供試して、2018年度から2022年度の5か年について、半樹区と慣行区を設定した。半樹区のうち、2018年から2019年度の2か年は、生産部の着果量は慣行の1.5倍量と2倍量で、2020年から2022年の3か年は、慣行の1.8倍量で着果管理した。試験規模は、全ての年度において、半樹区が1区1樹6反復、慣行区が1区1樹3反復とした。各年度とも、樹当たり収量を元に、植栽間隔を4m×4mとし、10a当たり62本栽植として算出し、収量の変動と隔年結果指数を調査した。

## 2 植物成長調節剤エチクロゼートの樹冠散布が早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響

センター内の1.5m×1.5mコンクリート枠に栽植の「せとみ」10年生樹を供試した。試験区は、①エチクロゼート1回処理区、②エチクロゼート2回処理区、

③無処理区とし、1区1樹3反復とした。1回処理区は、2020年8月24日に、エチクロゼート100ppmを動力噴霧機により樹冠散布した。2回処理区は、8月24日と9月14日に同様に散布した。結実方法等は、慣行に準じて行った。慣行では1月下旬に収穫するところ、熟期促進を評価するためと年末に寒波予報があったことから、2020年12月29日に採収し、2021年1月5日果汁内容、1月18日に収量および着色を調査した。

## 3 シートマルチ被覆が早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響

柑きつ振興センター内水田埋め立て造成圃場の「せとみ」15年生樹を供試した。結実方法等は、慣行に準じて行った。試験区はシートマルチの被覆期間により、①8~9月被覆区、②10~11月被覆区、③8~11月被覆区、④無被覆区とし、1区1樹3~4反復とした。シートマルチは、中国製紙工業株式会社製「美味シート®」を使用した。なお、シートは、土壌に雨水を入れるため主幹部を30cm程度開けて被覆した(第2図)。2019年11月15日に、果実に二重袋を被覆した。慣行では1月下旬に収穫するところ、熟期促進を評価するため、2020年1月9日に採収した。なお、採収は樹冠外周部を上部、中部、下部に3分割し、それ以外を樹冠内部として区分して採収した(第3図)。1月10日に果汁内容および収量、1月23日に着果部位別の着色を調査した。

## 4 早期収穫を目的とした熟期促進技術体系の確立



第1図 「せとみ」の半樹別結実における収穫前の着果状況

注) 生産部の着果量は、慣行の1.8倍量設定



第2図 シートマルチの被覆方法  
注) 主幹部を30cm程度開放して被覆する



第3図 採収時における着果部位の区分

柑きつ振興センター内の水田埋め立て造成圃場の「せとみ」（「興津早生」を中間台木として2005年に高接更新した15年生）を供試した。2020年と2021年に半樹、エチクロゼート処理およびシートマルチ被覆の組合せ試験を行った。2020年の試験区は、①半樹＋エチクロゼート＋マルチ区、②半樹＋エチクロゼート区、③半樹＋マルチ区、④慣行（慣行結実＋エチクロゼート無処理＋マルチ無被覆）区とし、1区1樹3～4反復とした。2021年の試験区は、2020年と同様に3種の組合せとしたが、エチクロゼートの散布時期は8月下旬の1回のみ、あるいは8月下旬と9月中旬の2回とした。2か年とも、半樹の遊休部は6月下旬に全摘果し、生産部は慣行区と同様に6月下旬に粗摘果、7月下旬に仕上げ摘果を行い、慣行区の1.8倍量を結実させた。なお、2020年のエチクロゼート処理は、8月24日と9月14日の2回、100ppmを動力噴霧機により樹冠散布した。2021年は、1回処理区は8月26日のみ、2回処理区は8月26日と9月19日の2回とし、いずれも100ppmを動力噴霧機により樹冠散布した。シートマルチは、両年とも中国紙工業株式会社製「美味シート®」を用い、2020年は10月1日に、2021年は9月30日に樹冠下に被覆した。なお、被覆の際は、土壌に雨水を入れるため主幹部を30cm程度開放した。両年とも、12月2日にシートマルチを巻き上げ、被覆期間は約2か月とした。果実袋については、2020年は被覆せず、2021年は11月12日に被覆した。2021年に使用した果実袋は、江見製袋株式会社製の柑橘袋（商品名：撥水T35止入I切、横190mm/縦215mm、純白紙一重袋、以下一重袋）とした。なお、この一重袋は、近年の秋冬季における温暖多雨な気象条件下において問題となっているヤケ果等の果皮障害を軽減する果実袋として選抜したもので（データ省略）、二重袋に比べて安価で装着が容易なことから、本試験で使用した。

2020年は、12月28日に採収し、同日に果汁内容、2021年1月12日に収量および着色を調査した。2021年では、12月23日に採収し、2022年1月5日に果汁内容、1月12日に収量および着色を調査した。なお、熟期促進の目標は1月上旬収穫であるが、両年とも、年末に寒波予報があったことから、年内収穫とした。

## 5 果実袋の検討

### 1) 果実袋の有無が正果率に及ぼす影響

柑きつ振興センター内水田埋め立て造成圃場の無袋栽培と有袋栽培の「せとみ」果実を供試した。有袋栽培は、2020年12月1日に現行の二重袋（小林製袋株式会社製）を被覆した。無袋栽培、有袋栽培ともに、鳥害対策として樹冠に糸張りを施した。供試した果実は、2020年12月28日に採収し、その後、3%程度の減量予措を行い、1月下旬から3月9日まで常温庫で貯蔵した。なお、貯蔵は、容量31.3L（486mm×329mm×202mm）のコンテナに果実を入れ、不織布貯蔵シートを被覆して行った。貯蔵後の3月12日に、JAの出荷基準に基づき、1級果、2級果、原料果および腐敗果を選別し、果数からそれぞれの等級割合を調査した。その結果をもとに経営試算を行った。なお、試算の有袋については、現行の二重袋と江見製袋株式会社製の一重袋とで比較した。

## 結果

### 1 結実方法の検討

#### 1) 半樹結実法の摘果程度の違いが収量および果実品質に及ぼす影響

[2018年度、2019年度]

2018年度試験は、半樹1.5倍量区および2倍量区ともに、慣行区に比べて $m^3$ 当たり収量および果数が少なく、1果平均重は慣行区>1.5倍量区>2倍量区の順に大きい傾向であった（第1表）。なお、半樹2倍量区のL階級以上の割合は、慣行区に比べて有意に少なかった。果汁内容について、糖度は半樹区が14度台と慣行区に比べて高かったが、有意差は認められなかった。クエン酸含量は半樹2倍量区が半樹1.5倍量区および慣行区に比べて、有意ではないものの高い傾向であった。着色は、全ての区において8分着色以上であり、完着果の割合も9割以上と区間の差は認められなかった。

2019年度試験では、半樹区の $m^3$ 当たり着果量は慣行

半樹別交互結実法による「せとみ」の連年安定生産と熟期促進

区に比べて有意に少なかった(第2表)。半樹区、慣行区とも1果平均重は同等であったが、L階級以上の割合については、半樹区が慣行区に比べて少ない傾向であった。果汁内容について、半樹2倍量区が慣行区に比べて糖度は有意に高かった。クエン酸含量は2018年度試験結果と逆で、半樹2倍量区が半樹1.5倍量区および慣行区に比べて有意ではないものの低い傾向であった。着色は、全ての区において、8分着色以上の割合が9割以上と高かったが、完着果の割合は、慣行区>2倍量区>1.5倍量区の順に高い傾向であった。

翌年の着花量は、半樹については前年の遊休部に着花程度4~5と、十分な着花量であったが、慣行の2019年は翌年の着花程度は1と少なく、年による差が大きく隔年結果した(第3表)。

[2020年度]

半樹1.8量区と慣行区における収量および1果平均重は、同等であった(第4表)。なお、L階級以上の割合も、半樹1.8倍量区と慣行区とも9割以上を占め同等であった。果汁内容は、半樹1.8倍量区の糖度は、慣行区に比べて有意に高かった。クエン酸含量は、慣

第1表 半樹結実法の結実量の違いが収量および果実品質に及ぼす影響(2018)

処理区	収量		1果平均重 (g)	階級割合(%) <sup>y</sup>		果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着色程度(%) <sup>y</sup>	
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )		M以下	L以上					8分以上	うち完着
半樹 1.5倍量	1.3	7.9	162.7	41.5 ab	58.5 ab	170.4	76.4	14.2	1.39	100.0	91.7
半樹 2倍量	1.3	8.1	158.0	51.6 b	48.4 a	163.1	74.9	14.0	1.49	100.0	94.4
慣行	1.6	8.6	183.4	21.5 a	78.5 b	181.5	74.8	13.7	1.38	100.0	94.4
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	-	n. s.

z: Tukeyの多重比較検定により異符号間で有意差あり(\*:5%水準, n. s.:有意差なし)

y: アークサイン変換後に統計処理を実施

摘果: 粗摘果; 6月下旬、仕上げ摘果; 8月上旬、有袋栽培

採収日: 2019年1月23日 調査日: 2月1日

第2表 半樹結実法の結実量の違いが収量および果実品質に及ぼす影響(2019)

試験区	収量		1果平均重 (g)	階級割合(%) <sup>x</sup>		果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着色程度(%) <sup>y</sup>	
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )		M以下	L以上					8分以上	うち完着
半樹 1.5倍量	1.5 a	9.9 a	157.5	48.8	51.2	179.0	74.7	13.6 ab	1.38	94.0	52.1
半樹 2倍量	1.7 a	10.4 a	161.3	43.2	56.8	178.1	73.8	14.4 b	1.27	97.2	63.3
慣行	2.4 b	14.9 b	158.0	36.7	63.3	184.0	73.5	13.1 a	1.32	97.6	70.7
有意性 <sup>z</sup>	*	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	**	n. s.	n. s.	n. s.

z: Tukeyの多重比較検定により異符号間で有意差あり(\*\*:1%水準, \*:5%水準, n. s.:有意差なし)

y: アークサイン変換後に統計処理を実施

摘果: 粗摘果; 6月下旬、仕上げ摘果; 8月上旬、有袋栽培

採収日: 2020年1月9日、果実分析日: 1月10日、階級・着色調査日: 1月21日

第3表 半樹結実法の結実量の違いが翌年の着花量に及ぼす影響(2018、2019)

試験区	2018年産		2019年産	
	収量 (kg/m <sup>3</sup> )	翌年の 着花程度 <sup>y</sup>	収量 (kg/m <sup>3</sup> )	翌年の 着花程度 <sup>y</sup>
半樹 1.5倍量	1.3	5.0 b	1.5 a	4.7 b
半樹 2倍量	1.3	4.0 b	1.7 a	5.0 b
慣行	1.6	4.3 a	2.4 b	1.0 a
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	**	*	**

採収日: 2018年産; 2019年1月23日、2019年産; 2020年1月9日

翌年の着花程度調査: 2018年産; 2019年5月14日、2019年産; 2020年5月15日

z: Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり

(\*:5%水準, \*\*:1%水準, n. s.:有意差なし)

y: 翌年の着花程度(5段階評価で1:少~5:多)

行区が半樹 1.8 倍量区に比べて高い傾向であったが、有意な差は認められなかった。着色は、8 分着色以上および完着果率ともに、半樹 1.8 倍量区と慣行区とで有意な差は認められなかった。

## 2) 半樹結実法の摘果時期の違いが収量および果実品質に及ぼす影響

採取時の収量および 1 果平均重について、区間に有意な差は認められなかった (第 5 表)。しかし、階級割合は、半樹 8 月摘果区の L 階級割合が慣行区に比べて少ない傾向であった。糖度は、半樹 8 月摘果区 > 半樹 6 月・8 月摘果区 > 慣行区の順に高い傾向であったが、区間の差は認められなかった。クエン酸含量は、半樹 8 月摘果区が、慣行区に比べて有意に高かった。着色は、全ての区がほぼ 8 分着色以上で、完着果率も区間の差は認められなかった。

## 3) 半樹結実法が連年安定生産に及ぼす影響

結実方法の違いが収量と連年安定生産に及ぼす影響について、第 6 表に示した。2018 年および 2019 年度の 10a 当たり収量は、半樹区が慣行区に比べて、15 %程度少なかった。2018 年、2019 年の 2 か年とも収量

が多かったため、2020 年度は両区とも収量が大幅に減少したが、半樹区でその減少幅は小さく、隔年結果性は低くなった。2021 年度の 10a 当たり収量は両区とも、2.1~2.2t/10a で同等であったが、2022 年度は再び慣行区で大幅に減少した一方で、半樹区の収量は前年度からは増加した。2018 年度から 2022 年度までの 5 か年の平均収量は、半樹区が 2.2t/10a に対して、慣行区は 1.7t/10a と、半樹区が多かったが、有意な差は認められなかった。半樹区は、慣行区に比べて収量の年次変動は少なく、隔年結果指数は小さくなり、5 か年の平均値においても有意な差が認められた。

## 2 植物成長調節剤エチクロゼートの樹冠散布が早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響

エチクロゼートの樹冠散布による採取時の収量および 1 果平均重、階級割合については、区間に有意な差は認められなかった (第 7 表)。採取時の 8 分以上着色果率について、エチクロゼート 1 回処理区と 2 回処理区は同等で、無処理区に比べて有意に高かった。採取時の糖度も、エチクロゼート 1 回処理区と 2 回処理区は同等で、無処理区に比べて有意に高かった。クエン酸含量は、エチクロゼート 2 回処理区が 1 回処理

第 4 表 半樹結実法が収量および果実品質に及ぼす影響 (2020)

試験区	収量		1果平均重		階級割合 (%) <sup>y</sup>		果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着色程度 (%) <sup>y</sup>	
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )	(g)	M以下	L以上	8分以上					うち完着	
半樹 1.8倍量	1.5	8.0	184.0	10.0	90.0	175.3	76.3	14.0	1.44	73.3	40.7	
慣行	1.5	8.2	185.6	8.0	92.0	189.5	74.8	13.5	1.61	73.5	38.9	
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	

z: t検定 (\*:5%水準, n. s.:有意差なし)

y: アークサイン変換後に統計処理を実施

摘果: 粗摘果; 6月下旬、仕上げ摘果; 7月上旬、無袋栽培

採取日: 2020年12月28日、果実分析日: 12月28日、階級・着色調査日: 2021年1月13日

第 5 表 半樹結実法の摘果時期の違いが収量および果実品質に及ぼす影響 (2019)

試験区	収量		1果平均重		階級割合 (%) <sup>y</sup>		果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着色程度 (%) <sup>y</sup>	
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )	(g)	M以下	L以上	8分以上					うち完着	
半樹 6月・8月摘果	1.9	12.5	153.7	47.2	52.8	185.8	74.3	13.4	1.40	ab	97.3	72.3
半樹 8月摘果	2.0	13.6	147.2	54.8	45.2	190.8	75.1	13.6	1.65	b	98.3	74.1
慣行	2.4	14.9	158.0	36.7	63.3	184.0	73.5	13.1	1.32	a	97.6	70.7
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	

z: Tukey の多重比較検定により異符号間で有意差あり (\*: 5%水準, n. s. : 有意差なし)

y: アークサイン変換後に統計処理を実施

結実量: 慣行の 1.8 倍量

採取日: 2020年1月9日、果実分析日: 1月10日、階級・着色調査日: 1月21日

第6表 半樹結実法が収量および隔年結果指数に及ぼす影響(2018~2022)

試験区	収量(t/10a)							隔年結果指数				
	2018	2019	2020	2021	2022	平均	5か年累積	2018~2019	2019~2020	2020~2021	2021~2022	平均
半樹結実	2.0	2.4	1.5	2.1	3.0	2.2	11.0	0.094	0.243	0.165	0.197	0.175
慣行結実	2.4	2.8	0.6	2.2	0.3	1.7	8.3	0.086	0.647	0.587	0.788	0.527
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	n. s.	*	n. s.	**	n. s.	n. s.	*	**	**	**	**

z: 半樹結実量: 2018、2019年度産; 慣行の1.5倍量と2倍量、2020、2021、2022年度産; 慣行の1.8倍量

y: t検定 (\*\*:1%水準、\*:5%水準、n. s.:有意差なし)

x: 隔年結果指数: |(前年収量)-(当年収量)|/(前年収量)+(当年収量)

隔年結果指数は、数値が大きいほど隔年結果が大きい

第7表 「せとみ」におけるエチクロゼートの樹冠散布が  
早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響(2020)

試験区	収量		1果平均重	階級割合(%) <sup>x</sup>		果実重	果肉歩合	糖度	クエン酸	着色程度(%) <sup>x</sup>			
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )	(g)	M以下	L以上	(g)	(%)	(Brix%)	(%)	8分≦~	うち完着		
エチクロゼート <sup>2</sup> 1回	2.3	13.3	169.9	22.8	77.2	166.6	73.0	14.8	b	1.48	94.5	b	73.3
エチクロゼート2回	2.4	13.1	182.6	15.5	84.5	178.7	71.6	14.8	b	1.63	94.5	b	75.0
無処理	2.5	14.1	178.8	14.4	85.6	176.0	70.6	14.1	a	1.42	86.7	a	70.6
有意性 <sup>y</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	*	n. s.	*	n. s.	n. s.	

z:エチクロゼート処理日:1回;8月24日、2回;8月24日・9月14日、処理濃度:100ppm

y:Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり(\*:5%水準、n. s.:有意差なし)

x:アークサイン変換後に統計処理を実施

採収日:2020年12月29日、調査日:2021年1月18日、果実分析日:1月5日

着果管理等は慣行に準ずる

区および無処理区に比べて有意差は認められなかったが、高い傾向であった。

### 3 シートマルチ被覆が早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響

シートマルチの有無による採収時の収量および1果平均重については、区間の差は認められなかった(第8表)。採収時の着色程度については、樹冠上部、中部、下部においては全ての区でほぼ8分着色以上であった。樹冠内部は、無被覆区で8分着色以上が70.9%と低かったが、処理区間で有意な差は認められなかった。樹冠上部の完着果率は、無被覆区が60.3%に対して、10~11月被覆区は97.1%と有意に高かった。樹冠内部の完着果率は、8~9月被覆区が52.1%に対して、10~11月被覆区は89.3%と有意に高かった。樹冠下部の完着果率は、8~9月被覆区と無被覆区が60%未満であったが、10~11月被覆区は91%と有意に高かった。採収時の糖度は、被覆区が無被覆区に比べて高い傾向にあったが、区間に有意な差は認められなかった。また、8~11月被覆区で糖度およびクエン酸含量が高い傾向にあった。

### 4 早期収穫を目的とした熟期促進技術体系の確立

2020年は、慣行区が裏年に当たり、採収時の収量は半樹区に比べて少なく、果実は大玉傾向であった(第9表)。半樹、エチクロゼートおよびシートマルチの3種を組み合わせた区は、慣行区に比べて糖度は高かった。8分着色以上の割合は、3種組み合わせ区が91.7%と、慣行区の70.6%に対して高かったものの、有意な差は認められなかった。なお、3種組み合わせ区と、半樹とエチクロゼートあるいはシートマルチの2種組み合わせ区とを比較すると、3種の組み合わせ区において採収時の糖度は高い傾向で、着色はほぼ同等であった。

2021年における採収時の収量および階級割合は、区間の差は認められなかった(第10表)。果汁内容について、糖度は有袋区の3種組み合わせ処理区が慣行区に比べて高く、無袋区では有意差はなかったものの、有袋区と同様に3種組み合わせ処理区の糖度が慣行区に比べて高かった(第11表)。なお、エチクロゼートの散布回数の違いによる差は認められなかった。着色は、全ての区において8分着色以上の割合が9割以上と

高く、区間の差は認められなかった。

## 5 果実袋の検討

### 1) 果実袋の有無が正果率に及ぼす影響

果実袋の有無による出荷時の等級について、無袋区は有袋区に比べて、1級果率が低く、2級果率および原料果率が高かった(第12表)。また、貯蔵中の腐敗果

率も高かった。第12表の等級比率を元にした経営試算を、第13表に示した。無袋区の10a当たり粗収益は約96万円であったのに対して、有袋区の粗収益は約118万円で、無袋区と有袋区の粗収益の差は約22万円であった。

なお、有袋区について、一重袋1枚当たりの価格は、

第8表 シートマルチ被覆時期の違いが早期収穫時の収量および果実品質に及ぼす影響(2019)

試験区	収量		1果平均重 (g)	着果部位別着色程度(%) <sup>a</sup>								果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )		上部		中部		下部		内部					
			8分以上	うち完着	8分以上	うち完着	8分以上	うち完着	8分以上	うち完着					
10~11月被覆	2.6	14.5	179.6	100.0	97.1 b	100.0	88.8	100.0	90.6 b	100.0	89.3 b	177.6	72.8	13.6	1.38
8~11月被覆	1.6	9.9	167.1	99.3	79.5 ab	99.5	79.4	94.3	83.2 ab	97.4	68.4 ab	158.4	75.1	14.1	1.44
8~9月被覆	2.0	11.9	173.2	98.9	85.8 ab	98.6	74.5	94.8	58.8 a	94.4	52.1 a	164.4	74.6	13.4	1.38
無被覆	2.1	12.6	169.7	100.0	60.3 a	98.0	62.2	93.4	53.2 a	70.9	63.1 ab	169.0	75.2	13.1	1.15
有意性 <sup>z</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z: Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり(\*:5%水準、\*\*:1%水準、n.s.:有意差なし)

y: アークサイン変換後に統計処理を実施

着果管理等は慣行に準ずる

採取日: 2020年1月9日、果実分析日: 1月10日、収量・階級・着色調査日: 1月21日

第9表 各種組み合わせ処理が果実品質に及ぼす影響(2020)

試験区	樹冠容積 (m <sup>3</sup> )	収量 (kg/m <sup>3</sup> )	1果平均重 (個/m <sup>3</sup> )	1果平均重 (g)	階級割合(%) <sup>v</sup>	
					M以下	L以上
半樹 <sup>z</sup> +エチクロゼート <sup>y</sup> 1回+マルチ <sup>x</sup>	23.7	1.5	8.3	184.1	22.8	77.2
半樹+エチクロゼート2回+マルチ	24.3	1.4	8.0	171.8	39.7	60.3
慣行+無処理	26.1	1.5	8.9	169.7	30.3	69.7
有意性 <sup>w</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z: 半樹結実: 慣行の1.8倍量、摘果: 粗摘果; 6月下旬、仕上げ摘果; 7月下旬(慣行区同様)

y: エチクロゼート処理日: 8月24日および9月14日の2回、処理濃度: 100ppm

x: マルチ被覆: 10月1日被覆、12月2日巻き上げ 果実袋: 無被覆

w: Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり(\*:5%水準、\*\*:1%水準、n.s.:有意差なし)

v: アークサイン変換後に統計処理を実施

採取日: 2020年12月28日、調査日: 2021年1月12日

第10表 組み合わせ処理が収量および階級に及ぼす影響(2021)

試験区	収量		1果平均重 (g)	着果部位別着色程度(%) <sup>y</sup>								果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
	(kg/m <sup>3</sup> )	(個/m <sup>3</sup> )		上部		中部		下部		内部					
			8分以上	うち完着	8分以上	うち完着	8分以上	うち完着	8分以上	うち完着					
10~11月被覆	2.6	14.5	179.6	100.0	97.1 b	100.0	88.8	100.0	90.6 b	100.0	89.3 b	177.6	72.8	13.6	1.38
8~11月被覆	1.6	9.9	167.1	99.3	79.5 ab	99.5	79.4	94.3	83.2 ab	97.4	68.4 ab	158.4	75.1	14.1	1.44
8~9月被覆	2.0	11.9	173.2	98.9	85.8 ab	98.6	74.5	94.8	58.8 a	94.4	52.1 a	164.4	74.6	13.4	1.38
無被覆	2.1	12.6	169.7	100.0	60.3 a	98.0	62.2	93.4	53.2 a	70.9	63.1 ab	169.0	75.2	13.1	1.15
有意性 <sup>z</sup>	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

z: 半樹結実: 慣行の1.8倍量、摘果: 粗摘果; 6月下旬、仕上げ摘果; 7月下旬(慣行区同様)

y: エチクロゼート処理日: 1回; 8月26日、2回; 8月26日と9月19日、処理濃度: 100ppm

x: マルチ被覆: 9月30日被覆、12月2日巻き上げ

w: Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり(n.s.:有意差なし)

v: アークサイン変換後に統計処理を実施

採取日: 2021年12月23日、慣行区のみ12月23日と2022年1月21日の2回(寒害予報のため12月23日に早めた)

調査日: 1月4日および1月31日、有袋: 11月12日被覆、一重袋

第 11 表 組み合わせ処理および果実袋の有無が果実品質に及ぼす影響 (2021)

試験区	果実重 (g)	果肉歩合 (%)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)	着色程度 (%) <sup>v</sup>		
					8分≦～	うち完着	
有袋	半樹 <sup>z</sup> +エチクロゼート1回 <sup>y</sup> +マルチ <sup>z</sup>	165.2	75.8	14.5 b	1.66	94.1	69.2
	半樹+エチクロゼート2回+マルチ	156.6	75.3	14.5 b	1.61	95.5	78.1
	慣行+無処理	169.6	77.2	13.8 a	1.81	92.1	63.6
有意性 <sup>w</sup>	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.
無袋	半樹+エチクロゼート1回+マルチ	160.0	77.2	14.4	1.79	96.0	68.3
	半樹+エチクロゼート2回+マルチ	164.6	75.5	14.4	1.59	97.4	70.3
	慣行+無処理	159.9	75.8	13.2	1.76	90.9	57.3
有意性 <sup>z</sup>	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

z:半樹結実:慣行の1.8倍量、摘果:粗摘果;6月下旬、仕上げ摘果;7月下旬(慣行区同様)

y:エチクロゼート処理日:1回;8月26日、2回;8月26日と9月19日、処理濃度:100ppm

x:マルチ被覆:9月30日被覆、12月2日巻き上げ

w:Tukeyの多重比較検定により異符号間に有意差あり(\*:5%水準、n.s.:有意差なし)

v:アークサイン変換後に統計処理を実施

採収日:2021年12月23日 調査日:果汁内容:2022年1月5日、着色:1月12日

有袋:11月12日被覆、一重袋

第 12 表 果実袋の有無が出荷時の等級に及ぼす影響 (2020)

試験区	1級 (%)	2級 (%)	原料 (%)	腐敗 (%)
無袋	67.7	13.8	12.9	5.5
有袋	81.9	8.6	6.5	3.0

調査日:2021年3月12日、JAの出荷基準で選別

有袋は現行の二重袋

第 13 表 無袋栽培および有袋栽培における経営試算 (2021)

	重量 <sup>z</sup> (kg)				単価 <sup>y</sup> (円/kg)			粗収益 (円/10a)	粗収益の差額 (円)	追加経費 <sup>x</sup> (円)	利益の差額 (円)
	1級	2級	原料	腐敗	1級	2級	原料				
無袋	1,694	344	324	139	489			957,764	—	—	—
有袋(二重袋)	2,047	215	163	74	538	337	42	1,180,595	222,831	198,788	24,043
有袋(一重袋)										153,951	68,880

z:収量2.5/10aとして第12表の等級割合から算出

y:JA山口県2020年度販売実績から算出

x:第14表参照

現行の二重袋より2円安い。また、袋かけにかかる作業時間は、一重袋が二重袋に比べて18%短縮できるため、資材費と労賃の追加経費は二重袋で約20万円であるのに対して、一重袋では約15万円となる(第14表)。したがって、10a当たりの利益は、二重袋による有袋区が無袋区に比べて、約2.4万円多かったが、一重袋を用いることで、さらに約6.9万円に向上する(第13表)。

## 考 察

2018年および2019年ともに、糖度については、慣行の1.5倍量および2倍量の半樹は、慣行に比べて高い傾向にあり、その程度は着果量の多い2倍量区で有意差が認められたことから、着果負担が大きいほど増糖効果は高いと示唆され、ウンシュウミカンにおいて

第 14 表 有袋栽培に必要な追加経費の内訳 (2021)

	総果数 <sup>z</sup> (個)	袋単価 (円/枚)	袋代 (円)	労賃 <sup>w</sup>		追加経費 (円)
				(時間)	(円)	
有袋 (二重袋)	14,706	6	88,235	袋かけ <sup>y</sup>	98	83,986
				除袋 <sup>x</sup>	31	26,567
有袋 (一重袋)		4	58,824	袋かけ	80	68,560
				除袋	31	26,567

z: 収量 2.5/10a、170g/果として算出

y: 二重袋の袋かけ作業は 150 枚/時間として算出、一重袋は二重袋の 18%作業時間短縮として算出

x: 除袋作業は、一重袋未調査のため同一時間として算出

w: 労賃は、2021 年度山口県最低賃金の 857 円で算出

葉果比を低くし着果負担をかけると、葉の水分ポテンシャルを低下させ、増糖・着色を促進する効果がある(宮田ら, 2002)との報告と、増糖の部分は一致した。一方で、両年とも着色期の気温が平年に比べて高く推移したことから、果皮の着色は促進され、半樹における着果量の違いによる着色促進効果は判然としなかった。果実肥大については、年による差はあるものの、生産部の着果量が慣行の 1.5 倍量、2 倍量とも小玉傾向となり、2 倍量でより強く現れている。この結果については、「青島温州」の若齢期を用いた半樹別結実、全面結実に比べて 1 階級小さくなるとの報告(宮田ら, 2002)や、「はるみ」における半樹別交互摘果において 1 果重が小さくなり L・M 階級割合が多くなるという報告(藤原ら, 2008)に概ね一致する。したがって、L・2L の大玉果実生産が目標となる「せとみ」の半樹結実法においては、果実肥大を抑制させず、かつ増糖効果が高い慣行の 1.8 倍量が生産部の着果量に適すると考えられる。なお、慣行の 1.8 倍量とは、慣行の葉果比 80~100 を基準にすると、葉果比 60 相当となる。また、摘果時期については、8 月上旬の 1 回摘果では、果実肥大が抑制されることから、慣行と同様に 6 月下旬から 7 月上旬の粗摘果と、7 月下旬から 8 月上旬の仕上げ摘果による 2 回摘果とし、粗摘果に重点を置く摘果方法が、果実肥大促進に有効である。

また、半樹結実法では、前年に結実させた生産部は、翌春、ほとんど着花しないが、前年の遊休部は翌年に十分な着花量を確保できる。そして、結実方法の違いによる収量は、表年では半樹が慣行に比べてやや減少するものの、隔年結果による収量の年次変動は大幅に解消され、毎年安定した収量を確保できるため、累積収量は増加している。この結果については、ウンシュウミカンの半樹結実における報告(宮田ら, 2002、中

川ら 2003)に概ね一致する。したがって、「せとみ」における半樹結実法は、近年の異常気象により問題となっている隔年結果対策としても有効な手法と考えられる。

「せとみ」におけるエチクロゼートの散布は、8 月下旬 1 回の散布でも、8 月下旬と 9 月中旬の 2 回散布と同等な糖度向上と着色促進効果が認められたことから、「せとみ」においては 8 月下旬の 1 回散布が適すると考えられる。本試験での 2 回散布によって落葉の増加は認められなかったが(データ省略)、ウンシュウミカンにおけるエチクロゼートの連年散布は細根量を減少させ、樹勢を低下させる(真子ら, 1987)との報告があることから、細根量の少ない「せとみ」(岡崎, 2020)における年複数回使用は、樹勢低下が懸念されるため、年 1 回での使用が適すると考えられる。

シートマルチ被覆については、10 月から 11 月にかけての短期被覆でも着色促進効果が認められた。「せとみ」は、7 月下旬から 9 月中旬までを -0.5~-0.7MPa の湿潤状態、9 月中旬から 11 月までを軽い乾燥状態で管理した場合、連年生産や糖度向上、着色促進に有効である(兼常ら, 2020)が、このような夏秋季のきめ細かい水分管理を可能にするには農研機構西日本農業研究センターが開発したマルドリ栽培の導入が必要となる。「せとみ」のマルドリ栽培において、シートマルチ被覆による着色促進効果は認められているが(山口県農林総合技術センター, 2013)、導入には多額なコストがかかる。10 月以降の短期被覆は、強日射による資材の劣化を軽減できることから、シートマルチの耐用年数増加による更新頻度の軽減により、コスト削減を図ることができ導入しやすいと考えられる。なお、「せとみ」でのシートマルチ被覆は、ウンシュウミカンで推奨されている全面被覆ではなく、降

雨を有効に活用するよう、主幹部を 30 cm 程度開放した被覆方法がよい（山口県農林総合技術センター、2013）。

「せとみ」において、前述した半樹結実法、エチクロゼート処理およびシートマルチ被覆の 3 種組み合わせは、2020 年試験では慣行区に比べて熟期促進効果が得られたが、当年は慣行区が裏年で着果量が少なかったことが影響している可能性がある。処理区間で着果量に差異がない 2021 年試験においては、有袋栽培および無袋栽培ともに、慣行の無処理区に比べて 3 種組み合わせ区で糖度向上が認められ、エチクロゼートの処理回数による差は認められなかったことから、3 種組み合わせにおいても 1 回処理が適すと考えられる。特に、2021 年産は、12 月下旬の寒波予報を受けて、これまでで最も早く収穫した年であるが、採取時の果実品質は、目標とする糖度 13 度以上、8 分着色 8 割以上を、3 種組み合わせ区はいずれも大きく上回った。クエン酸含量については、1.5% 以下という目標数値を満たさなかったが、1.8% 程度のクエン酸含量が「ゆめほっぺ」基準の 1.35% 以下に減酸するには、3 か月程度の貯蔵期間によって達成できるため（西岡、2018）、1 月に本貯蔵を開始した場合、通常の 3 月～4 月の出荷期間に「ゆめほっぺ」基準での出荷が可能と考えられる。

無袋栽培は鳥害や枝葉による果皮への付傷由来の腐敗や外観不良により出荷時の等級落ちが多く、粗収益が低下することから、早期収穫を前提としても有袋栽培が望ましいと考えられる。この時、価格の高い二重袋の使用は、作業負担が大きい割に所得が少ないが、一重袋に代替することで作業効率が高まり、収益性も向上する。

以上のように、半樹結実法により連年安定生産が図られ、熟期促進技術を組み合わせることで寒害回避が可能となる。さらに、収穫期の前進化が図られるため、二重袋に比べ耐寒性や耐久性に劣るものの省力的で安価な一重袋の使用が可能となったことは、本栽培体系における所得向上に寄与できると考えられる。

## 摘 要

「せとみ」の早期収穫を可能にする熟期促進と連年安定生産技術として、結実方法、エチクロゼートの樹冠散布およびシートマルチの短期被覆について検討した。1. 半樹交互結実法は、生産部の摘果を 6 月下旬と

8 月上旬の 2 時期に行い、慣行の 1.8 倍量（葉果比 60）に最終的に仕上げることで、連年安定生産を確保し、果実肥大促進と品質向上に有効である。2. エチクロゼート 100ppm の樹冠散布は、8 月下旬の 1 回散布が品質向上に適する。3. シートマルチは、10～11 月の 2 か月間被覆が着色促進に有効である。これらを組み合わせることで、「せとみ」の収穫期を通常より 2～4 週間程度早められ、寒害防止を目的に行う袋かけを二重袋から省力的で低コストな一重袋に代替できる。本栽培体系は、近年の異常気象により問題となっている隔年結果対策および寒害回避に有効な方法であり、所得向上に寄与できると考えられる。

## 引用文献

- 藤原文孝・井上久雄. 2008. ‘はるみ’の結実管理法の違いが隔年結果性、炭水化物、品質に及ぼす影響 愛媛果樹試報 22:9-6
- 兼常康彦・世良友香・西岡真理. 2020. カンキツ類における日焼け果の発生要因の解明と軽減対策. 山口農林総技セ研報 11:61-73
- 兼常康彦・中島勘太・西岡真理. 2021. 中晩生カンキツ「せとみ」の隔年結果軽減技術の開発 山口農林総技セ研報 12:36-47
- 河瀬憲次. 1999. 植物調整剤による摘果 42 の 2-42 の 7. 農業技術体系果樹編 1-I カンキツ. 農文協. 東京.
- 北園邦弥・榊英雄・藤田賢輔. 2008. 樹冠表層摘果、シートマルチ、エチクロゼートによる早生ウンシュウの果実品質向上効果. 熊本農業研究センター研究報告. 16:63-68
- 真子正史・広部 誠. 1987. エチクロゼートの連年散布がウンシュウミカン樹の生育、無機成分量、収量、果実品質に及ぼす影響. 神奈川園試研報 34:8-14
- 中川雅之・石川啓・向井義徳・松尾勇作・本田康弘・薬師寺弘倫・脇義富. 2003. ウンシュウミカンの隔年交互結実法に関する研究（第一報）成木樹における主幹別（半樹別）交互結実法による省力安定生産効果 愛媛果樹試報 16:7-16
- 宮田明義・橋本和光. 2002. 交互結実法が‘青島温州’若齢期の生育、収量および果実品質に及ぼす影響 園学雑 71(6):789-795

- 宮田明義・田中仁・岡崎芳夫. 2003. 高糖度で特徴的な食感の晩生カンキツ新品種「せとみ」(仮称)の育成. 園学雑 72(別2):300
- 西岡真理. 2018. 晩生カンキツ「せとみ」の長期貯蔵による出荷期間の延長. 果実日本 第73巻 第12号 p66-70
- 岡崎芳夫. 2020. せとみ. p. 352 の60-352 の67. 農業技術体系果樹編1-I カンキツ. 農文協. 東京.
- 澤田定広. 2015. シートマルチ栽培およびフィガロン乳剤の散布が「トサブンタン」の果実品質に及ぼす影響. 高知農技セ研報 24:57-65
- 山口県農林水産部農業振興課. 2021. 山口県果樹栽培指針  
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/uploaded/attachment/62197.pdf> (2025年3月1日現在)
- 山口県農林総合技術センター. 2013. マルドリ方式導入による「せとみ」の高品質果実栽培方法  
<https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/uploaded/attachment/61576.pdf> (2025年3月1日現在)