

カンキツ ‘津之望’ の少核果実生産に向けた 開花期におけるネット被覆法

井口 豊・宮井良介¹・岩倉拓哉

和歌山県果樹試験場

Net Covering Method during Flowering Period for Production of Fruit with Few Seeds in Citrus Cultivar ‘Tsunonozomi’

Yutaka Iguchi · Ryosuke Miyai and Takuya Iwakura

Wakayama Fruits Tree Experiment Station

緒 言

‘津之望’は、農業・食品産業技術総合研究機構果樹研究所において‘清見’に‘アンコール’の花粉を交配し育成された早生カンキツで、浮き皮しにくく、機能性成分のβ-クリプトキサンチンが豊富に含まれるという特徴を持つ(野中ら, 2019)。「津之望」は、和歌山県においては12月上中旬頃に成熟期を迎え、年内に収穫・出荷が可能である。県内では海南市や紀の川市、日高川町などで導入が進み、県全体で5.7ha(2018年時点)の栽培面積となっており(農林水産省, 2021)、早生ウンシュウミカンに続いて出荷できる品種として期待されている。

一方で、「津之望」は花粉が健全であり種子形成能力も強いことから、不完全種子を含む種子が多数形成されやすく(野中ら, 2019)、食味を落とす要因となっている。特に県内産地では、ハッサクやナツミカンといった花粉の多い品種が広く栽培されており、それらの花粉が訪花昆虫により運ばれ受粉することにより、種子数が増加していると考えられる。

カンキツの無核果実や少核果実生産に関する研究は、「ヒュウガナツ」(牧田, 1984; 和田, 1983; 吉倉, 2008)、「古山ニューサマー」(浜辺ら, 2020)、「江上ブント」(岩政ら, 1980)及び「清見」(牧田, 1984)など、主に自家不和合性や雄性不稔性が強い品種で多数取り組まれている。一方、自家和合性品種では「アンコール」(近泉ら, 2000)についての報告はあるが、「津之望」に関する報告はない。

そこで、露地栽培の「津之望」において、開花期のネット被覆が少核化に及ぼす影響を調査した。また、ネット被覆には多大な労力や費用を要することから、農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターにより開発された、防鳥ネットを簡易に設置することができる「らくらく設置3.5」(山口, 2019)を参考にし、より省力的な被覆方法についても検討した。

¹現在:和歌山県日高振興局地域振興部企画産業課

材料および方法

1. 開花期に被覆するネットの目合いが種子形成と果実品質に及ぼす影響（試験 1）

果樹試験場内 10 号園（平坦，樹間 2.5m×列間 4.5mの並木植え）に植栽された‘津之望’6 年生（2018 年時点）の 12 樹を供試（1 区 4 樹）した。供試樹の周囲には受粉樹となりうるカンキツ樹が複数植栽されている条件であった。6 月中旬に粗摘果，8 月中旬に仕上げ摘果を行い，最終葉果比で 100 程度の着果量とした。

被覆区は，1mm 目のネット（ダイオサンシャイン S-2000，（株）ダイオ化成，透光率約 90%）を用いた 1mm 目区，及び 4mm 目のネット（サンシャインマルハナネット p-6060，（株）ダイオ化成，透光率約 96%）を用いた 4mm 目区を設け，対照として無被覆区を設けた。ネットは開花前の 2018 年 4 月 25 日から開花終了後の 5 月 28 日までの間，1 樹ずつ隙間ができないよう被覆し，ネット内への訪花昆虫の侵入を防止した（写真 1）。



写真 1 被覆の様子

果実の横径，縦径，果実重，種子数は，各区それぞれ十分着花している 2 樹について，樹冠外周部で平均的な大きさである果実を 1 樹につき 15 果選び，2018 年 11 月 29 日に調査した。なお，種子は縦径が 5mm 以上のものを数え，内部の胚が正常に発育している完全種子と，完全種子に比べ小さく厚さが薄い不完全種子に分類した。また，完全種子と不完全種子のないものを無核果とし，供試果実に占める無核果の割合を無核果率とした。

果汁の糖度（Brix）はデジタル糖度計（アタゴ製 PR-101α）で，またクエン酸含有率は 0.156N 水酸化ナトリウムによる中和滴定で，ともに 1 区あたり 5 果を 2018 年 11 月 29 日に調査した。

2. 「らくらく設置 3.5」の手順に沿ったネット被覆が種子形成と果実品質に及ぼす影響（試験 2）

果樹試験場内 10 号園（平坦，樹間 2.5m×列間 4.5mの並木植え）に植栽された‘津之望’7 年生（2019 年時点）を供試した。供試樹の周囲には受粉樹となりうるカンキツ樹が複数植栽されている条件であった。試験は 2019 年，2020 年の 2 ヶ年行い，被覆区は 8 樹，無被覆区は 4 樹設けた。摘果は試験 1 と同様の方法で行った。

被覆資材には 1mm 目のネット（ダイオサンシャイン S-2000，短辺 2.7m×長辺 20m，（株）ダイオ化成，透光率約 90%）を用い，3 枚を長辺で繋ぎ合わせた。被覆に用いる支柱類や被覆手順は「防鳥網の簡易設置『らくらく設置 3.5』設置マニュアル（農業・食品産業技術総合研究機構，2018）」を参考にした。

長さ 2.5m，太さ 22.2mm の直管パイプを，畝の両側に 1.5m 間隔で約 50cm の深さまで打ち込んだ。この直管パイプの上端を円弧状に繋ぐ形となるよう，長さ 3m，太さ 5mm の弾性ポールを直管パイプに差し込み，ネット被覆の骨組みを形成した。なお，弾性ポールが直管パイプ内に深く入りすぎるのを防ぐため，水道用ホースの切片（約 4cm）を予め弾性ポールの両端に差しておいた。ネットはこの円弧状の弾性ポールの上を滑らせて被覆した（写真 2. 3. 4）。ネットの地際部に隙間ができないよう単管パイプやコンクリートブロック等で押さえ，ネット内への訪花昆虫の侵入を防止した。被覆期間は開花前から開花終了後までとし，2019 年は 4 月 26 日から 6 月 3 日，2020 年は 4 月 24 日から 6 月 1 日までそれぞれ被覆した。

果実の横径，縦径，果実重，種子数は，各区それぞれ十分に着花している2樹について，樹冠外周部で平均的な大きさである果実を1樹につき15果を，また糖度及びクエン酸含有率は5果をそれぞれ選び，2019年12月23日と2020年12月21日に調査した．果実の階級構成も同日に調査した．



写真2 直管パイプ等設置後の
被覆前の様子



写真3 被覆途中の様子



写真4 被覆後の様子

3. 「らくらく設置3.5」の手順に沿ったネット被覆の現地実証（試験3）

紀の川市荒見の‘津之望’5年生（2020年時点）の16樹（平坦，樹間2.5m×列間3.5mの並木植え）を供試し，被覆区（8樹）及び対照として無被覆区（8樹）を設けた．周囲には受粉樹となりうるカンキツ樹が複数植栽されている条件であった．摘果は園主による慣行摘果とし，8月上旬に粗摘果，10月上旬に仕上げ摘果を行った．

ネットの被覆方法は試験2と同様とし，開花前の2020年4月26日から開花終了後の6月3日まで被覆した．被覆作業は2人（男性，30代）で行い，所要時間を測定した．また，被覆方法による作業時間の違いを明らかにするため，1樹ずつ隙間が出来ないように被覆する区（試験1，写真1）も設けて所要時間を測定した．なお，資材の準備にかかった時間は含めず，園地での資材設置及び被覆にかかった時間のみを測定した．

果実の横径，縦径，果実重，種子数は，各区それぞれ十分に着花している2樹について，樹冠外周部で平均的な大きさである果実を1樹につき15果を，また糖度及びクエン酸含有率は5果をそれぞれ選び，試験1と同様の方法で2020年12月4日に調査した．

結 果

1. 開花期に被覆するネットの目合いが種子形成と果実品質に及ぼす影響（試験1）

完全種子数は被覆を行った区で明らかに少なく，特に1mm目区で少なかった（表1）．一方，不完全種子数は1mm目区で最も多かった．完全種子数と不完全種子数を合計した総種子数は，被覆を行った区で無被覆区の半分以下であった．無核果率は1mm目区でもっとも高く，無被覆区で0.0%だった．糖度は被覆した区でやや低い傾向であったが，横径，果形指数，クエン酸含有率については試験区による明確な差はなかった．

表1 開花期に被覆するネットの目合いが‘津之望’の種子形成と果実品質に及ぼす影響

試験区	横径 (mm)	果形指数 ^z	果実重 (g)	糖度 (Brix)	クエン酸 含有率 (%)	種子数(個/果)			無核果率 (%)
						完全	不完全	総種子 ^y	
1mm目	73.0	127.4	161.4	10.6	0.92	1.2	11.4	12.6	13.3
4mm目	75.0	123.5	177.7	10.7	0.84	3.9	9.6	13.5	3.3
無被覆	72.3	127.0	155.2	11.2	0.95	17.1	9.8	27.0	0.0

^z (横径/縦径) × 100^y 完全種子 + 不完全種子

2. 「らくらく設置 3.5」の手順に沿ったネット被覆が種子形成と果実品質に及ぼす影響 (試験 2)

完全種子数、及び不完全種子数は、いずれの年次も被覆区で少なかった。無核果率は被覆区で 6.7~13.3%、無被覆区で 0.0%だった。横径、果形指数、果実重、糖度及びクエン酸含有率については、被覆の有無による一定の傾向は認められなかった (表 2)。

表2 開花期における「らくらく設置 3.5」の手順に沿った1mm目ネット被覆が‘津之望’の種子形成と果実品質に及ぼす影響

調査年次	試験区	横径 (mm)	果形指数 ^z	果実重 (g)	糖度 (Brix)	クエン酸 含有率 (%)	種子数(個/果)			無核果率 (%)
							完全	不完全	総種子 ^y	
2019	被覆	74.8	123.7	181.8	13.3	0.72	2.3	5.8	8.2	6.7
	無被覆	79.1	125.1	209.0	12.9	0.65	10.3	11.0	21.4	0.0
2020	被覆	80.5	126.3	218.1	12.1	0.67	1.1	5.0	6.0	13.3
	無被覆	81.6	126.2	223.0	12.2	0.65	11.7	8.8	20.5	0.0

1 果平均重は着果数の多かった 2019 年の被覆区でやや軽かったが、着果数が同程度であった 2020 年はほとんど差がなかった。2019 年の階級構成については、被覆区で L 級、次いで M 級が多く、無被覆区で L 級、次いで 2L 級が多かった。一方、2020 年は両区とも L 級、次いで M 級が多かったが、被覆区で 2L 級以上が多かった。2 ヶ年の階級構成調査から、被覆の有無による一定の傾向は認められなかった (表 3)。

表3 開花期における「らくらく設置 3.5」の手順に沿った1mm目ネット被覆が‘津之望’の階級構成に及ぼす影響

調査年次	試験区	個数/樹	1果平均重 (g)	階級構成(%)					
				3L	2L	L	M	S	2S
2019	被覆	96.5	175.8	0.0	15.5	52.3	25.9	5.7	0.5
	無被覆	83.0	219.1	0.6	45.8	51.8	1.8	0.0	0.0
2020	被覆	64.0	224.1	0.8	15.6	42.2	30.5	10.2	0.8
	無被覆	63.0	221.4	0.0	5.6	56.3	30.2	7.9	0.0

3L: 横径88mm以上~95mm未満, 2L: 80mm以上~88mm未満, L: 73mm以上~80未満, M: 67mm以上~73mm未満, S: 61mm以上~67mm未満, 2S以下: 61mm未満

3. 「らくらく設置 3.5」の手順に沿ったネット被覆の現地実証（試験 3）

完全種子数は被覆区で明らかに少なかったのに対し、不完全種子数は被覆区が多かった。無核果率は被覆区で 0.0%、無被覆区で 3.3%だった。糖度は被覆区で無被覆よりやや高く、横径、果形指数、果実重、クエン酸含有率については、被覆の有無による差はほとんどなかった（表 4）。

表 4 開花期における「らくらく設置 3.5」の手順に沿った 1mm 目ネット被覆が‘津之望’の種子形成と果実品質に及ぼす影響（紀の川市現地試験）

試験区	横径 (mm)	果形指数 ^z	果実重 (g)	糖度 (Brix)	クエン酸 含有率 (%)	種子数(個/果)			無核果率 (%)
						完全	不完全	総種子 ^y	
被覆	70.9	159.9	159.9	11.9	0.79	6.0	16.3	22.3	0.0
無被覆	69.4	150.8	150.8	10.9	0.79	14.6	11.4	26.0	3.3

^z (横径/縦径) × 100

^y 完全種子 + 不完全種子

「らくらく設置 3.5」の手順に沿ったネット被覆を 2 人で行った場合の所要時間は、1 列 8 樹（幅 2.5 × 長さ 20m）あたり 34 分であった。これに対し 1 樹ごとに被覆した場合では、8 樹あたり 80 分を要した（表 5）。なお、「らくらく設置 3.5」の手順に沿って 2 人で被覆資材を撤去した場合の所要時間は、8 樹あたり 14 分であった（データ略）。

表 5 「らくらく設置 3.5」の手順に沿ったネット被覆及び 1 樹ずつのネット被覆に要した作業時間

「らくらく設置 3.5」の手順に沿った被覆 ^z		1 樹ずつの被覆 ^y	
作業内容	作業時間(分) ^x	作業内容	作業時間(分)
直管パイプ設置	2	ネットの展張	8
直管パイプ打込み	12	ネットの固定	72
弾性ポール設置	12		
ネットの展張及び固定	8		
合計	34	合計	80

^z 1 列（幅 2.5m × 長さ 20m、植栽本数 8 樹）による調査

^y 1 樹あたりの被覆に要した時間を測定し、8 本あたりに要した時間に換算した

^x 作業人数 2 人（男性、30 代）

考 察

浜辺ら（2020）は、自家不和合性で単為結果性を有する‘古山ニューサマー’において開花期にネットを被覆し、9 割を超える無核果が得られたことを報告している。本研究では、周囲に受粉樹となりうるカンキツ樹が複数植栽されている条件下において、‘津之望’を開花期にネット被覆することで、種子数を減少させることができた。

試験 1 において、ネットの目合いの違いが種子数に及ぼす影響を調査した結果、4mm 目に比べて

1mm 目で完全種子数が少なく、不完全種子数が多くなる傾向が認められたが、それらを合計した種子数は同程度となった。今回、1mm 目のネットを被覆することで訪花昆虫の侵入を防いでも無核果がほとんど確認できなかったこと、‘津之望’の花粉は健全である（野中ら、2019）こと、カンキツの花粉は粘性が高く風媒による受粉がおこりにくい（岩堀、1999）ことから、‘津之望’は自家和合性であると推測される。しかし、開花期にネット被覆し訪花昆虫の侵入を防ぐことで明らかに種子数が減少したことから、‘津之望’種子数の多少は、自家受粉に加えて、虫媒による他家受粉も寄与していると考えられた。

試験 1 において 1 樹ずつネット被覆することで少核化できることを認めたが、広範囲でネットを被覆するには多大な労力や費用を要する。そこで、試験 2, 3 では農業・食品産業技術総合研究機構中央農業研究センターが開発した防鳥ネット簡易設置手法「らくらく設置 3.5」に準じて被覆した場合、省力化を図れるかどうか検討した。被覆に用いるネットの目合いについては、台風など強風による倒壊の恐れのない 1 か月程度（開花期のみ）の被覆期間であることを考慮し、試験 1 で結果が良好であった 1mm 目を採用した。結果として、試験 1 と同様に少核化できることを確認できた。一方で、開花期中のネット被覆が果実品質に明確な悪影響を及ぼすことはなかった。また、種子数と果実重の間には正の相関が見られる品種があることから（高原ら、1979）、種子数の減少が階級構成に及ぼす影響が懸念されたが、2 ヶ年の調査では一定の傾向が認められなかった。

試験 3 においてネット被覆の所要時間を検証した。2 人で被覆した場合、「らくらく設置 3.5」に沿った手順では 1 樹ごとの被覆に要した時間の半分以下で済み、省力化を図れることを確認できた。また、設置した直管パイプや弾性ポールをそのままにしておけば、次年度以降はネット展張と固定（8 分）のみで被覆を完了できる。さらに、「らくらく設置 3.5」の手順に沿った被覆の撤去作業も容易であった。今回は平坦地（並木植え）において検討を行ったが、傾斜地であっても列植されていれば設置は可能と思われ、様々な園地条件で検証を重ねることが今後の課題である。なお、実際に導入する際には、風当たりの強い園では被覆期間中に倒壊する恐れがあることに留意する必要がある。

摘 要

‘津之望’の少核果のため、開花期のネット被覆による効果を明らかにするとともに、省力的なネット被覆の方法を検討した。

1. 周囲に受粉樹となりうるカンキツ樹が複数植栽されている条件下において、1mm 目及び 4mm 目のネットを‘津之望’の開花期に被覆した。結果、訪花昆虫による他家受粉を防ぎ、完全種子数が減少し、不完全種子数と合わせた 5mm 以上の種子数についても減少する傾向であった。また、1mm 目は完全種子数が少なくなる傾向であった。
2. 「らくらく設置 3.5」を参考にした被覆方法により、1mm 目のネットを省力的に被覆できた。

本試験を実施するにあたりご協力いただいた生産者、並びに紀の里農業協同組合の営農指導員の皆様に厚くお礼申し上げます。

引用文献

- 近泉惣次郎・日野昭・秋好廣明・水谷房雄. 2000. 開花期の温度が‘アンコール’の種子数に及ぼす影響. 愛媛大学農学部農場報告. 21: 11-17.
- 浜部直哉・馬場明子・前田未野里・勝岡弘幸・種石始弘・久松奨・野田勝二. 2020. 開花期にネットを被覆した‘古山ニューサマー’における無核果の着果量. 着果特性および果実品質. 園学研. 19(4): 331-337.
- 岩堀修一・門屋一臣編. 1999. 花粉と雄性器官の形成. 岩政正男編著. カンキツ総論. pp. 269-271. 養賢堂. 東京.
- 岩政正男・大庭義材. 1980. 自家不和合性による江上ブントンの無核性. 佐大農彙. 49: 39-45.
- 牧田好高. 1984. 有核性カンキツの無核果生産に関する研究. (2): ジベレリンペースト利用によるヒュウガナツと清見の無核果生産. 静岡柑試研報. 20: 21-29.
- 野中圭介・松本亮司・奥代直己・高原利雄・生山巖・吉岡照高・山本雅史・國賀武・内原茂・今井篤・深町浩・吉永勝一・山田彬雄・石内傳治・三谷宣仁・浅田謙介・稗圃直史・池宮秀和・村田 広野. 2019. カンキツ新品種‘津之望’農研機構報告果樹茶部門. 3: 47-59.
- 農業・食品産業技術総合研究機構. 2018. 農研機構(2018)「防鳥網の簡易設置「らくらく設置3.5」設置マニュアル」. <https://www.naro.go.jp/project/results/4th_laboratory/carc/2017/17_077.html>. (2021年12月6日閲覧)
- 農林水産省. 2021. 平成30年産特産果樹生産動態等調査. <<https://www.e-stat.go.jp/stat-search/files?page=1&layout=datalist&toukei=00500503&tstat=000001020907&cycle=7&year=20180&month=0&tclass1=000001032892&tclass2=000001150626>>. (2021年12月6日閲覧)
- 高原利雄・生山巖・石内伝治・奥代直己. 1979. カンキツ類の種子数と果実の大きさの関係について. 九州農業研究. 41: 189.
- 和田稔・波多野洋・下郡嘉勝・川上郁男・松田儀史朗・串間新一. 1983. タネナシ日向夏の実用化. 宮崎総農試研報. 17: 1-19.
- 山口恭弘. 2019. 鳥害の現状と最近の対策. 農作業研究. 54(2): 65-74.
- 吉倉幸博. 2008. ヒュウガナツの多目的ネット栽培法. 宮崎総農試研報. 43: 8-26.

