

中晩生カンキツ「せとみ」の隔年結果軽減技術の開発

兼常 康彦*・中島 勘太・西岡 真理

Development of Mitigation of Alternate Bearing for Medium-late Maturing Citrus 'Setomi'

KANETSUNE Yasuhiko, NAKASHIMA Kanta and NISHIOKA Mari

Abstract: To establish a stable production technique for a medium-late maturing citrus, 'Setomi,' we investigated the starch content of plant organs, optimum crop load, characteristics of fruit-bearing branches, the control of summer and autumn shoots, and soil management. The following results were obtained: First, the starch content of roots in December can be an indicator for a stable yield. A 2-year survey estimated that the appropriate yield for the current year to secure the right amount of flowering (2.5 to 3.5) for the next year was 2.3 to 2.9 kg per square meter. This is based on the correlation date between starch content and next year's flowering amount and the current year's yield. Second, correlations between the length of vegetative shoots and the number of flowers and fruits suggested that the vegetative shoots with a length of 15 cm were appropriate for securing an appropriate number of flowers and fruits for the subsequent year. Third, to suppress excessive flowering in the subsequent year, the appropriate pruning points of summer and autumn shoots were investigated. All respective pruning points for three experimental plots were as follows: above the ring-shaped buds, one-third of the summer shoots, and half of the spring-cycle shoots. These plots effectively reduced flowering in the subsequent year. Finally, applying bark compost on the soil surface for 3 years increased fine roots at a depth of 0 to 15 cm. In addition, fine roots grew in the soil at a depth of 15 to 30 cm via intertillage with the step-in type medium tiller (trade name: Hore). However, the yield in the experimental plot was not significantly different from those in other plots.

Key Words: starch content, vegetative shoot

キーワード：デンプン含量、結果母枝

緒言

「せとみ」は、山口県農業試験場大島柑きつ試験場（現 柑きつ振興センター）において、1981年に「清見」を種子親に「吉浦ボンカン」を花粉親として交配し、2004年に品種登録された山口県オリジナルの品種である（宮田ら, 2003、岡崎, 2009）。本品種は食味が良好であるために市場から高い評価を得ており、価格が低迷したウンシュウミカンや「ミヤウチイヨ」の代替品種として導入されている。山口県果樹振興計画にも位置づけられ、周防大島町を中心に産地拡大に取り組んでおり、2019年度現在の栽培面積は41ha、出荷量271tで（県農業振興課調べ）、その生産規模はウンシュウミカンに次いで大きい。

しかしながら、「せとみ」は樹勢が強く、立性であること、高糖度のため果実の糖に対する集積が大きい

ことなどの品種特性に加えて、近年の極端な気象変動による夏季の干ばつ、冬季の低温や強風の影響による樹勢低下によって顕著になった隔年結果や収量低下が、産地では問題となっている。隔年結果の現象は、形態的には結果枝と発育枝（翌年の結果母枝）の着生バランスがとれていないことであり、生理的には着果過多のために果実による養分消費が多く、翌年の花芽を形成するために必要な養分の枝体内に集積する量が不足し、翌春の開花結実が少なくなることを大垣ら（1968）は報告している。また、杉山ら（2006）は、「青島温州」の樹体栄養診断として11～2月における根中デンプン含量の測定が適していると報告し、根中デンプン含量と翌春の着花量との関係から連年結果に必要な根中デンプン含量の適正な範囲を明らかにした。一方で、「不知火」の弱勢樹では細根が少なく、その要因はまず着果過多であり、次に根圏環境の悪化

* 柳井農林水産事務所

とされており(河瀬,1999)、隔年結果の軽減には着果および枝梢の地上部管理のみならず、土壌管理など地下部も含めた包括的な管理が重要となる。

本報告では、現地における「せとみ」の隔年結果の実態を把握し、樹体栄養診断のための採取部位と採取時期を解明するとともに、結果母枝の形質と着花との関係、隔年結果軽減のための夏秋梢処理方法、根量増加のための土壌管理について検討し、いくつかの知見を得たので報告する。

材料および方法

1 現地園地における隔年結果の実態

山口県内の3産地、計6園地(周防大島町:2園地、下関市:2園地、萩市:2園地)における「せとみ」を供試して、各園地2~5樹の収量および果実品質を調査した。なお、調査は2014~2015年度の2年間にわたって実施し、萩市の園地については2015年2月3日と2016年1月28日、周防大島町で2015年2月9日と2016年1月21日、下関市では2015年2月18日と2016年2月16日に行った。

また、土壌採集は上層(0~15cm)と下層(15~30cm)に分け、2015年9月15日に下関市、9月16日に萩市、9月29日に周防大島町の園地で行った。調査は物理性として土性、硬度および三相分布を、化学性としてpH、ECおよび腐植含量とした。

2 連年結実樹の特性解明

1) 樹体栄養診断のための適切な採取部位と時期の解明

当センターの水田埋立造成ほ場(4号ほ場)に栽植された「せとみ」8年生樹を供試した。試験は2012~2013年度の2年間にわたって行った。採取部位は葉、枝、根の3か所とした。葉と枝は2012年12月、2013年1、2、3、5、9月に、根は2012年12月、2013年3、5、9月に採取した。葉は無着果新梢の春枝中位葉、枝は無着果新梢の春枝、根は直径5mm程度の中根について、ヨウ素比色法によりデンプン含量を測定した。

調査樹は着果程度別に少(葉果比160~180)、中(葉果比80~100)、多(葉果比40~60)の3区を設けて、異なる着果程度における3か所の樹体部位の12月から翌年の9月までのデンプン含量の推移を調査した。なお、試験の規模は1区1樹3反復で行った。

2) 着果程度が根のデンプン含量、葉内最大水ポテンシャル、果実収量、翌年の着花量および落葉に及

ぼす影響

当センターの水田埋立造成ほ場(4号ほ場)に栽植された「せとみ」10年生樹を供試した。試験は2014~2015年度の2年間にわたって行った。着果程度は葉果比60区、100区、140区の3区を設けた。粗摘果については2014年が7月2日で2015年は7月1日、仕上げ摘果は2014年が8月8日で、2015年は8月3日に実施した。

根のデンプン含量、収量、果実品質および翌年の着花量(5段階評価で1:少~5:多)は2014年度と2015年度の2年間、葉内最大水ポテンシャル(以下「LWP」という)と落葉の推移は2014年度に調査した。なお、かん水は自然降水のみとした。

根のデンプン含量は、直径5mm程度の中根を2014年12月と2015年12月に採取して前述と同様の方法で調査した。収量、糖度、クエン酸含量および着色程度・割合は、2015年については1月28日に、2016年は1月27日に採取して調査した。LWPはプレッシャーチャンバー法により2014年11月から2015年4月まで2週間間隔で日の出前の午前4時から6時に調査した。また、樹冠下に1,599cm²のコンテナ(486×329×深さ202mm、容量31.3L)を南北に各1個設置し、2014年12月から2015年4月にかけて2週間隔で落葉数を調査した。なお、試験の規模は2014年度が1区1樹の4反復、2015年度は1区1樹の6反復で行った。

3) 結果母枝の形質が翌年の着花・果に及ぼす影響

当センターの水田埋立造成ほ場(3号ほ場)に栽植された「せとみ」12年生樹で、前年の着果量が中程度の樹を供試した。樹冠外周部の結果母枝を対象にして2017年4月3日に結果母枝の長さ、発生角度および基部径を、同年5月11日に着花数を、7月18日に着果数を調査した。試験の規模は1区1樹20枝の4反復とした。

3 隔年結果軽減技術

1) 夏秋梢処理が翌年の着花および新梢の発生に及ぼす影響

当センターの水田埋め立て造成ほ場(4号ほ場)に栽植された「せとみ」10年生樹で、前年の着果量が少ない樹を供試した。2014年11月12日に夏秋梢を下記の方法で処理した。①夏枝1/3残:夏枝長の1/3を残して切除、②輪状芽残:春枝と夏枝の境の輪状芽を残して切除、③春枝1/2:春枝長の1/2を切除、④無処理。

結果

2014年11月12日に処理前の夏秋梢の長さ、発生角度および基部径を、翌年の2015年5月1日に着花数を、5月28日に春枝の発生本数と長さを調査した。なお、試験の規模は1区1樹2枝の5反復とした。

2) 有機物の連年施用と中耕が収量および根量に及ぼす影響

当センターの水田埋立造成ほ場(4号ほ場)の高接ぎ更新9年目(中間台「興津早生」)の「せとみ」を供試して、2014年度から2016年度の3年間にわたって行った。試験区は、樹皮堆肥を表層施用した区(表層区)、表層施用と踏み込み式中耕機(商品名 ホーレ)で8か所/樹を中耕した区(表層+中耕区)、無処理区の計3処理区を設けた。樹皮堆肥は2~3月に1樹あたり40Lを処理した。調査は、収量および果実品質と隔年結果指数とした。なお、試験の規模は1区1樹4反復とした。

さらに、2017年2月に、1樹につき株元を中心にして樹冠下に50cm×100cmの長方形を南北2か所設定し、それぞれ土壌の深さを0~15cmと15~30cmの2つに区分して、根を採取した。採取した根を太さ別に分けてその乾燥重を調査した。併せて、各土壌の土壌硬度も測定した。根量調査は、各処理区に2樹を供試し、1樹2か所の土壌を調査した。

1 現地園地における隔年結果の実態調査

県内3産地の現地園地における、2014年度と2015年度の果実収量と品質を第1表に示した。隔年結果指数については0.014~0.909と園地によって差が大きかった。隔年結果指数が最も小さい園地は0.014の下関Dで、2か年の平均反収は2,932kg/10aと萩Fに次いで多く、2014年と2015年の着果量と1果平均重がほぼ同程度であった。一方、隔年結果指数が大きい園地は0.514の大島Aと0.909の下関Cで、着果量と1果平均重の年次間変動が大きかった。萩Eの隔年結果指数は0.252で、2か年の平均反収は1,724kg/10aとやや少なく、萩Fでは隔年結果指数は0.233であるにもかかわらず、2年間の平均反収は3,164kg/10aと調査園地のなかでは最も多かった。

これら園地の土壌調査の結果を第2表に示した。隔年結果指数が最も小さかった下関DのCECと腐植含量が、他の園地と比較して大きい傾向にあった。土壌硬度は大島Bで大きかった。また、三相分布、孔隙率およびpHについて、園地間による大きな差は認められなかった。

第1表 「せとみ」の現地園地における収量および果実品質(2014~2015年度)

現地園地	収量							隔年結果指数 ²	1果平均重		糖度(Brix%)	クエン酸(%)	樹冠容積(m ³ /樹)		10a当たり植栽本数	
	(kg/樹)		(kg/m ³)		(果/m ³)		kg/10a		(g/果)				2014	2015		
	2014	2015	2014	2015	2014	2015	平均		2014	2015						
大島	A	28.2	12.2	3.1	1.1	17.3	5.4	2,381	0.514	180	222	13.5	1.26	9.2	11.2	111
	B	12.8	14.3	1.6	1.7	10.1	9.6	1,749	0.182	155	184	14.6	1.30	8.1	8.8	130
下関	C	36.3	1.3	2.2	0.1	14.7	0.4	1,409	0.909	152	225	12.9	1.46	16.3	14.0	80
	D	36.2	37.2	2.2	2.3	12.7	13.3	2,932	0.014	171	170	13.7	1.10	16.6	16.3	80
萩	E	17.7	17.5	1.8	1.7	8.9	9.0	1,724	0.252	206	204	13.2	1.19	9.7	10.4	80
	F	19.5	43.1	1.9	3.4	10.4	15.3	3,164	0.233	187	222	13.5	1.32	10.5	12.7	111

² 隔年結果指数: | (当年収量-前年収量) / (当年収量+前年収量) | 数値が大きいほど隔年結果が大きい

表中の隔年結果指数は樹毎に2014年と2015年の収量(kg/m³)から算出した各処理区の平均数値であることから、表に記載している2014年と2015年の収量(kg/m³)で隔年結果指数を計算しても一致しない。

糖度とクエン酸の数値は2014年度と2015年度の2か年の平均

調査: 周防大島町 2015年2月9日・2016年1月21日、下関市 2015年2月18日・2016年2月16日、萩市 2015年2月3日・2016年1月18日

第2表 「せとみ」の現地園地における土壌の物理性および化学性(2015年)

現地園地	土層	土性	硬度(mm)	三相分布(%)			孔隙率(%)	pH	EC(mS/cm)	CEC(me)	腐植含量(%)		
				固相	液相	気相							
大島	A	上層	~17cm	L	19.5	49	33	19	51	5.3	0.03	10.0	2.1
		下層	17cm~	L	19.5	54	32	14	46	5.3	0.03	9.5	1.2
	B	上層	~11cm	SCL	23.5	51	32	18	49	6.2	0.07	12.5	2.2
		下層	11cm~	SCL	23.0	49	30	22	51	6.1	0.12	12.5	1.9
下関	C	上層	~15cm	SL	12.5	45	33	23	55	6.7	0.09	9.4	2.2
		下層	~30cm	SL	16.0	56	25	19	44	6.7	0.05	7.2	1.0
	D	上層	~12cm	CL	16.0	46	39	16	54	5.2	0.09	14.8	3.3
		下層	12cm~	CL	20.0	53	38	9	47	5.1	0.08	13.1	1.4
萩	E	上層	~14cm	CL	16.5	45	41	13	55	5.0	0.05	13.1	3.0
		下層	~24cm	CL	21.5	48	38	14	52	5.0	0.04	11.5	1.6
	F	上層	~22cm	L	17.0	44	42	14	56	5.0	0.07	11.1	1.9
		下層	22cm~	L	17.5	49	40	11	51	4.8	0.05	9.1	0.9

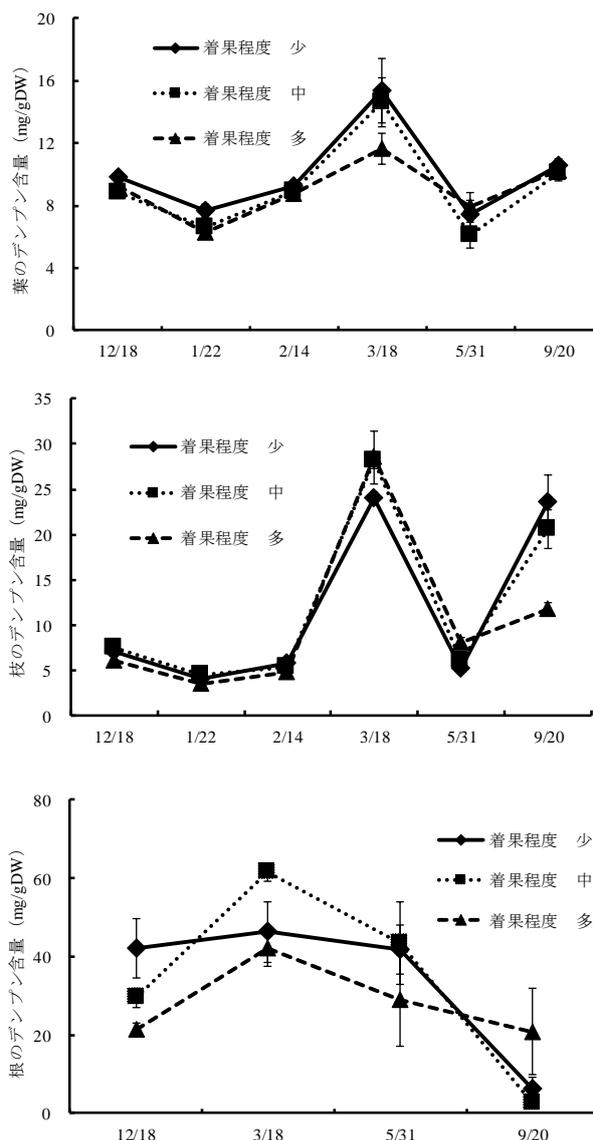
土壌調査: 2015年9月

2 連年結実樹の特性説明

1) 樹体栄養診断のための適切な採取部位と時期の解明

葉、枝および根における着果程度別デンプン含量の12月から翌年9月までの推移を第1図に示した。葉のデンプン含量は着果程度にかかわらず12月から1月にかけて緩やかに減少し、1月から2月にかけて緩やかに増加、2月から3月にかけては急激に増加し、5月には減少して9月には緩やかに増加した。枝のデンプン含量は葉と同様の推移を示したが、変化の程度は葉に比べて大きかった。根のデンプン含量は12月から3月にかけて増加傾向を示し、その後5月および9月にかけて減少した。

採取部位別、採取時期別のデンプン含有量と当年の収量および翌年の着花量との間の相関、並びにデンプン含有量の範囲の結果を第3表に示した。12月の根のデンプン含量は、当年の収量との間に高い負の相関が、翌年の着花量との間に正の相関が認められた。また、12月の枝および2月の枝のデンプン含量において、翌年の着花量との間に正の相関が認められた。相関が認められた採取部位・時期別のデンプン含有量の範囲は、12月の根において19.3~57.1 mg/gDWであり、12月および2月の枝と比較して大きかった。



第1図 「せとみ」における着果程度の違いが12月から9月の部位別のデンプン含量の推移に及ぼす影響 (2012~2013年度)

着果程度 少: 葉果比160~180 中: 葉果比80~100 多: 葉果比40~60
縦線は標準誤差を示す (n=3)

第3表 「せとみ」における採取部位・時期別のデンプン含有量の範囲と当年の収量および翌年の着花量との相関係数 (2012年~2013年)

採取部位	採取時期	デンプン含有量の範囲 (mg/gDW)	相関係数	
			当年の収量	翌年の着花量
葉	12月	8.5 ~ 10.1	-0.466	0.191
	1月	5.9 ~ 9.0	-0.723	0.690
	2月	7.9 ~ 10.0	-0.358	0.180
	3月	8.7 ~ 19.1	-0.364	0.438
枝	12月	5.8 ~ 7.9	-0.596	0.790 *
	1月	3.1 ~ 5.5	-0.210	0.367
	2月	4.4 ~ 6.2	-0.634	0.787 *
	3月	21.9 ~ 36.7	0.442	-0.426
根	12月	19.3 ~ 57.1	-0.892 **	0.795 *
	3月	34.6 ~ 65.6	0.039	0.287

** : 1%水準で有意 * : 5%水準で有意

2) 着果程度の違いが根のデンプン含量、葉内最大水ポテンシャル、果実収量、翌年の着花量および落葉に及ぼす影響

着果程度を葉果比別に3段階で処理して、収量、果実品質および翌年の着花量を調査した2年間の結果を第4表に示した。単位樹冠容積あたりの収量は、葉果比が大きくなるほど少なくなる傾向にあり、葉果比60区で2014年度は4.7 kg/m³、2015年度4.8 kg/m³、100区で3.2 kg/m³と3.6 kg/m³、140区では2.4 kg/m³と2.9 kg/m³で、葉果比60区に対して2014年度では100および140区で、2015年度は140区で有意に少なかった。一方、1果平均重と翌年の着花量については、葉果比が大きくなるほど大きくなる傾向にあり、2014年度と2015年度の2年間の平均1果平均重は葉果比60区で162.6g/果、100区で206.5g/果、140区では215.5g/果で、葉果比60区に対して100および140区で有意に大きかった。翌年の着花量は葉果比60区で2014年度0.7、2015年度0.9、100区で2014年度2.8、2015年度2.8、140区では2014年度3.4、2015年度3.3と、2か年とも葉果比60区に対して100および140区で有意に大きかった。葉果比が小さいほど、着色程度と8分着色以上における完着果の割合も大きかった。糖度およびクエン酸については、着果程度の違いによる有意な差は認められなかった。

着果程度を葉果比60区、100区および140区の3段階に処理した樹毎に、12月の根のデンプン含量と当年の収量、および翌年の着花量との関係を第2図に示した。12月の根のデンプン含量と当年の収量との間に高い負 ($R=0.878^{**}$ 、 $R=0.687^{**}$) の、また翌年の着花量

との間には正 ($R=0.821^{**}$ 、 $R=0.676^{**}$) の高い相関が2014年度と2015年度の2年間とも認められた。

着果程度別に3段階に処理した樹の11月から翌年の4月までのLWPを調査した結果、気温が低下した12月下旬以降急激に低下して、2月上旬まで低下傾向を示し、平均気温が10°Cを超える3月上旬に急激に上昇して、4月下旬まで緩やかに上昇した(第3図)。また、11月から採取時までのLWPは葉果比が小さくなるほど低い傾向が認められた。

また、3段階の着果程度別に処理した樹の12月から翌年の4月までの落葉の推移を調査した結果、落葉は2月中旬にやや小さな、また4月上旬に大きなピークが認められた(第4図)。なお、各々の落葉のピークについては葉果比が小さいほど落葉が高くなる傾向にあり、調査期間中の落葉総数は葉果比60区で最も多かった。

3) 結果母枝の形質が翌年の着花・果に及ぼす影響

「せとみ」の結果母枝の形質、すなわち長さ、着生角度および基部径と翌年の着花数および着果数との関係を第5、6図に示した。結果母枝の長さとの間には相関が認められ、その関係式は $y = -0.0059x^3 + 0.1775x^2 - 1.3274x + 3.0464$ で示され、相関係数は0.5980であった。着生角度と着花数および基部径と着花数との間には相関が認められなかった。結果母枝の形質と着果数との関係については着花数の場合と同様で、結果母枝の長さとの間のみ正の相関 ($R=0.7483^{**}$) が認められた(第6図)。

第4表 「せとみ」の着果程度が収量、果実品質および翌年の着花量に及ぼす影響 (2014~2015年度)

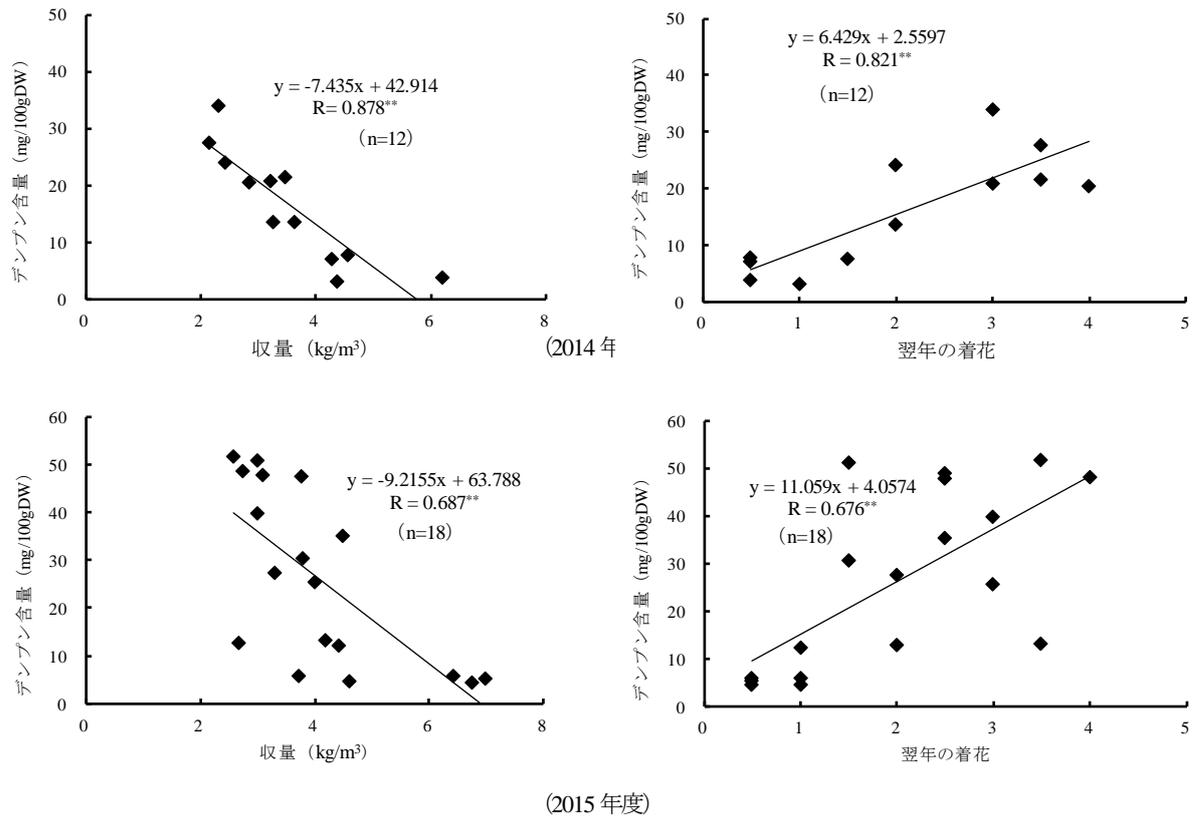
処理区	収量				1果平均重 (g/果)	翌年の着花	
	(kg/m ³)		(果/m ³)			2014	2015
	2014	2015	2014	2015			
葉果比 60	4.7 b	4.8 b	26.3 b	32.6 b	162.6a	0.7a	0.9a
100	3.2a	3.6ab	15.2a	19.6a	206.5 b	2.8 b	2.8 b
140	2.4a	2.9a	11.5a	13.0a	215.5 b	3.4 b	3.3 b
有意性 ^z	*	*	**	*	**	**	**

処理区	着色 程度	着色 (%)			糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
		~<8分	8分≤~	うち完着		
		60	9.0 b	4.7		
葉果比 100	8.8ab	7.5	92.5	75.6ab	13.8	1.45
140	8.3a	15.8	84.2	61.8a	13.7	1.45
有意性 ^z	*	n. s.	n. s.	*	n. s.	n. s.

^zTukeyの多重検定により、異なる英文字間に有意差 (**: 1%, *: 5%) があることを示す

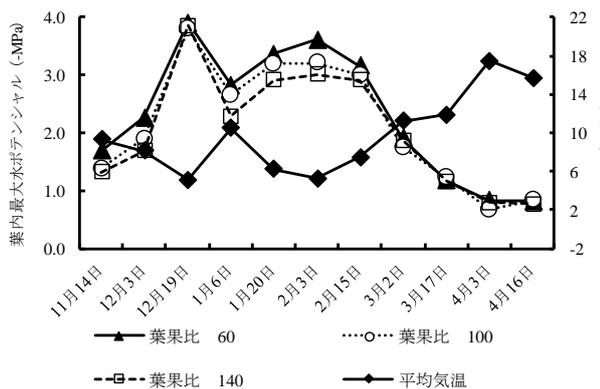
採収: 2014 2015年1月28日、2015 2016年1月27日

1果平均重、着色程度、着色割合、糖度およびクエン酸は2014年度と2015年度の2か年の数値の平均



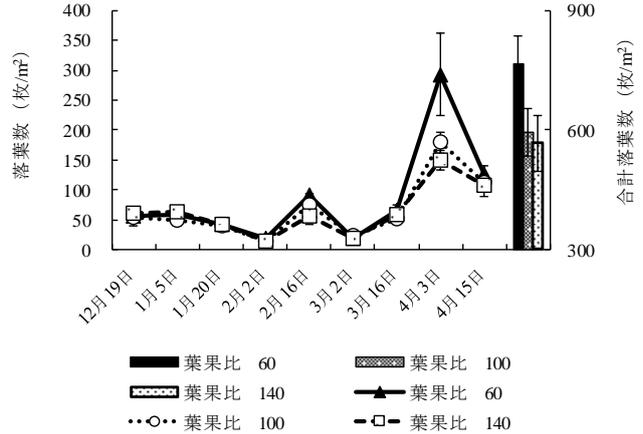
第2図 12月の根のデンブレン含量と当年の収量 および翌年の着花量との関係 (2014~2015年度)

調査: 根の採集 2014年12月17日、2015年12月15日
 収量 2015年1月28日、2016年1月27日
 翌年の着花量 2015年5月8日、2016年5月9日
 **: 1%水準で有意



第3図 着果程度の違いが「せとみ」の葉内最大水ポテンシャルに及ぼす影響 (2014年度)

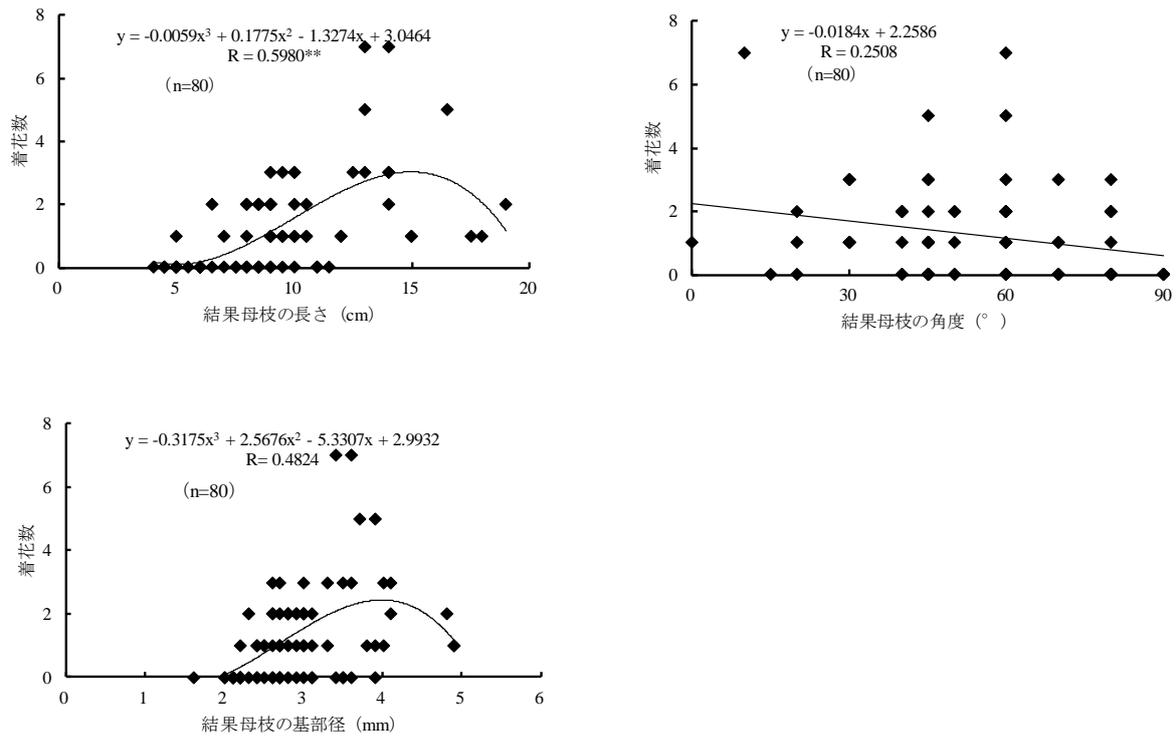
調査: 2014年11月~2015年4月
 平均気温: 下関地方気象台安下庄アメダスデータ



第4図 着果程度の違いが「せとみ」の落葉に及ぼす影響 (2014年度)

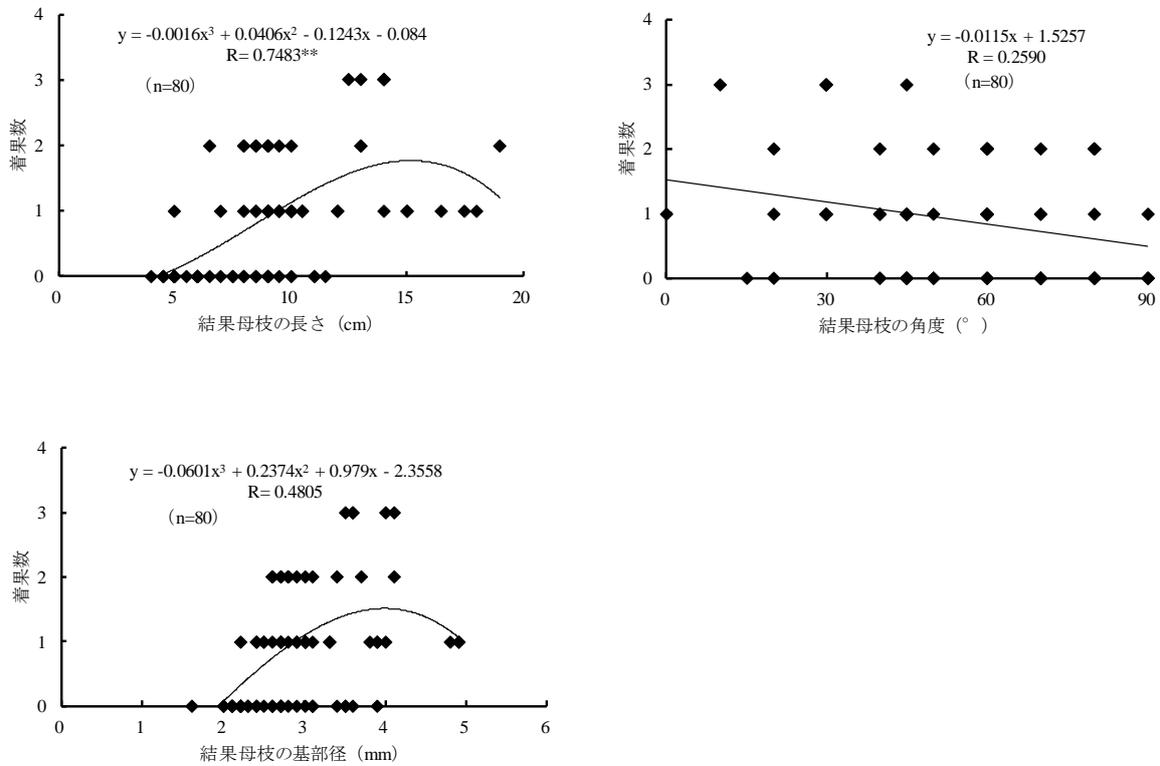
調査: 2014年12月~2015年4月
 縦線は標準誤差を示す (n=4)

中晩生カンキツ「せとみ」の隔年結果軽減技術の開発



第5図 「せとみ」における結果母枝の形質と翌年の着花との関係 (2017年度)

調査：結果母枝の長さ・角度・基部径 2017年4月3日、着花数 2017年5月11日
 **: 1%水準で有意



第6図 「せとみ」における結果母枝の形質と翌年の着果との関係 (2017年度)

調査：結果母枝の長さ・角度・基部径 2017年4月3日、着果数 2017年7月18日
 **: 1%水準で有意

3 隔年結果軽減技術

1) 夏秋梢処理が翌年の着花および新梢の発生に及ぼす影響

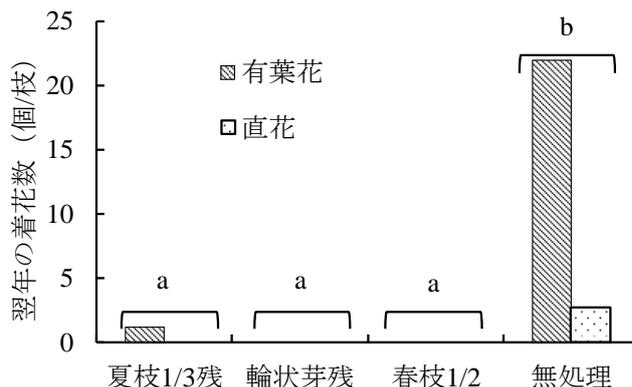
3種類の夏秋梢処理区における翌年の着花数を調査した結果、夏枝1/3残区、輪状芽残区および春枝1/2区の着花数は無処理区と比べて顕著に少なく、これら3つの処理によってほとんど着花は認められなかった(第7図)。一方、夏秋梢処理した後の新梢の発生数は夏枝1/3残区で多く、輪状芽残区と春枝1/2区では無処理区と同程度であった(第8図)。また、新梢の長さは無処理区と比べて夏枝1/3残区で長く、輪状芽残区と春枝1/2区では有意な差は認められなかった。

3種類の処理区毎に夏秋梢の形状、すなわち発生角度および基部径と新梢の発生数並びに新梢の長さとの関係を調査した。このうち夏枝1/3残区において、夏秋梢の発生角度と新梢の長さ、または発生本数との間にそれぞれ有意な正の相関($r=0.7464^*$ 、 $r=0.8270^*$)が認められた(第9図)。夏秋梢の基部径と発生本数および長さとの間にはいずれも有意性は認められなかった(第9図)。輪状芽区については、夏秋梢の発生角度および基部径と新梢の発生本数と長さとの間には有意性がなかった(データ省略)。春枝1/2区では、夏秋梢の基部径と新梢の長さとの間に有意な正の相関($r=0.6842^*$)が認められたが、他については有意性がなかった(データ省略)。

2) 有機物の連年施用と中耕が収量および根に及ぼす影響

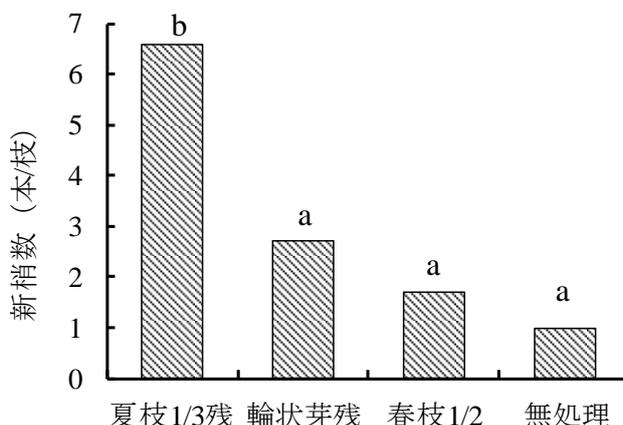
樹皮堆肥の連年施用と中耕が「せとみ」の根に及ぼす影響を第5表に示した。0~15cmおよび15~30cmのいずれの土壌の深さにおいても、根の全体重は無処理区と比べて表層区と表層+中耕区で大きかった。深さ0~15cmにおける2mm以下の細根は、無処理区と比べて、表層区と表層+中耕区で多かった。特に、表層+中耕区では、深さ15~30cmにおいても、他の処理区と比べて2mm以下の細根が多かった。深さ0~15cmの土壌硬度は表層+中耕区で最も小さく、次いで表層区となり、無処理区で最も大きかった。また、深さ15~30cmにおいても表層+中耕区の土壌硬度が最も小さかった。

樹皮堆肥の連年施用と中耕が「せとみ」の収量と果実品質に及ぼす影響については、第6表に示した。2014年度から2016年度までの3年間の平均収量はいずれの処理区も2.7~2.8kg/m³と有意な差は認められな



第7図 「せとみ」の夏秋梢処理が翌年の着花に及ぼす影響 (2014~2015年度)

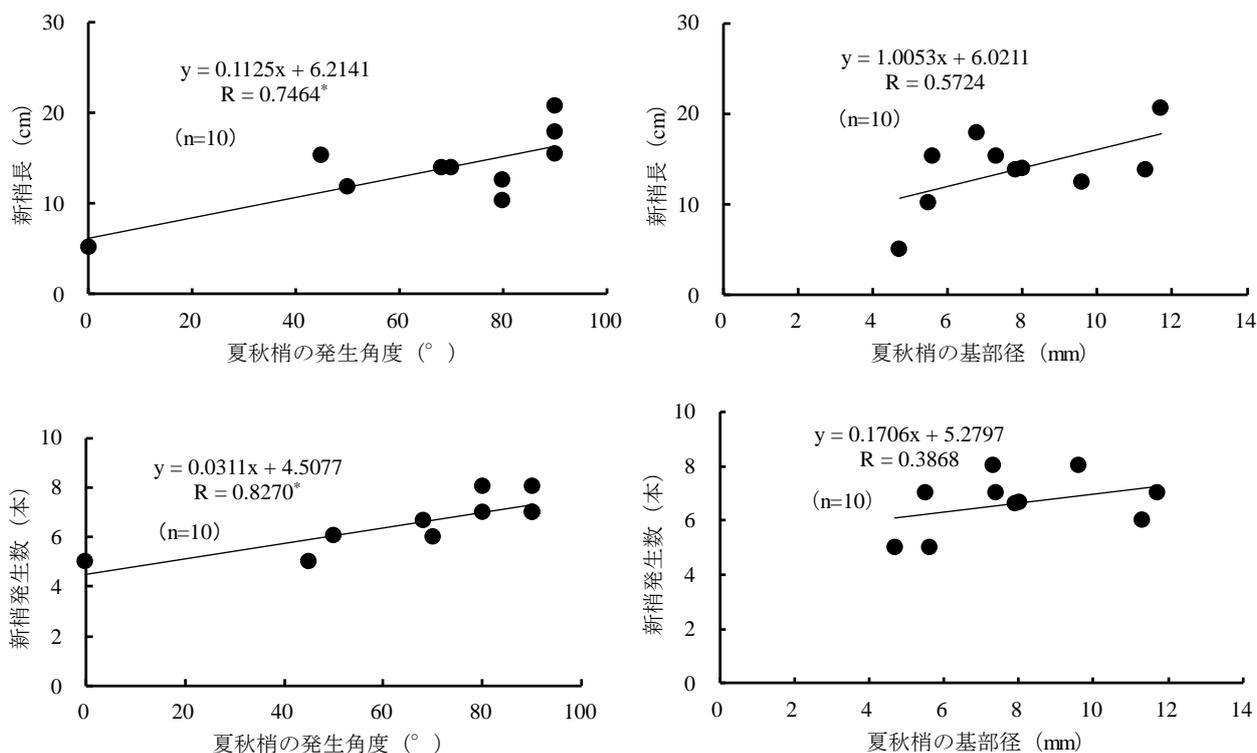
夏秋梢処理: 2014年11月12日
調査日: 2015年5月1日
注 Tukeyの多重比較により異なるアルファベット間には5%水準で有意差あり



第8図 「せとみ」の夏秋梢処理が翌年の新梢の発生に及ぼす影響 (2014~2015年度)

夏秋梢処理: 2014年11月12日
調査日: 2015年5月28日
注 Tukeyの多重比較により異なるアルファベット間には5%水準で有意差あり

中晩生カンキツ「せとみ」の隔年結果軽減技術の開発



第9図 「せとみ」の夏秋梢処理（夏枝1/3残）における夏秋梢の形状と新梢の発生数および長さとの関係（2014～2015年度）

夏秋梢処理：2014年11月12日、調査日：2015年5月28日
*：5%水準で有意

第5表 有機物の連年施用と中耕が「せとみ」の根に及ぼす影響（2016年度）

処理区	処理	深さ	太さ別根重 (g)					計	土壌硬度 (kg/cm ²)
			～≦ 2mm	2～5mm	5～10mm	10～20mm	20mm≦～		
表層	0～15cm		17.8	11.3	8.3	13.6	0.0	50.9	16.2
	15～30cm		7.4	4.4	7.3	14.6	0.0	33.7	18.6
表層+中耕	0～15cm		14.4	8.0	4.4	0.0	14.8	41.6	14.9
	15～30cm		10.1	7.3	5.5	19.2	23.1	65.2	15.7
無処理	0～15cm		7.6	4.3	6.5	8.6	0.0	26.9	17.5
	15～30cm		6.3	5.4	0.4	5.9	0.0	18.1	17.3

処理：2015年2月、2016年2月

調査：2017年2月

表層：樹皮堆肥40kg/樹を表層施用、表層+中耕：樹皮堆肥40kg/樹を表層施用+踏み込み式中耕機で8か所/樹を中耕

第6表 有機物の連年施用と中耕が「せとみ」の収量と果実品質に及ぼす影響（2014～2016年度）

処理区	収量 (kg/m ³)				隔年結果指数			1果平均重 (g/果)	糖度 (Brix%)	クエン酸 (%)
	2014	2015	2016	平均	2014～15	2015～16	平均			
表層	2.0	3.2	2.9	2.7	0.347	0.121	0.234	213	13.7	1.50
表層+中耕	3.1	2.9	2.6	2.8	0.044	0.087	0.065	186	13.6	1.49
無処理	2.2	3.0	3.0	2.8	0.195	0.139	0.167	194	13.3	1.55
有意性 ^z	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.	n. s.

^zTukeyの多重検定により、異なる英文字間に有意差があることを示す (n.s.: 有意差なし)

1果平均重、糖度、クエン酸は2014年度～2016年度の3か年の平均

かった。隔年結果指数は表層＋中耕区で最も小さく、次いで無処理区で、表層区が最も大きかったが、個体差が大きく有意性は検出されなかった。糖度およびクエン酸の区間差は認められなかった。

考 察

「せとみ」における隔年結果の実態を把握するため、県内3産地、6園地の「せとみ」の2年間の収量などを調査した。隔年結果指数が小さい園地、すなわち連年結実園地の下関Dでは1樹当たりの収量 (kg/樹) および1果平均重の年次間差は小さいのに対して、隔年結果指数が大きい園地、すなわち隔年結果園地の大島Aおよび下関Cでは着果量および1果平均重の年次間差が大きかった。この結果から、連年結実園地では果実肥大を促す早期摘果と着果量に応じた適切な結実管理が行われていた一方で、隔年結果園地では結実管理が不足していたと考えられる。また、連年結実園地の下関DではCECと腐植含量が隔年結果園地と比較して大きい傾向にあったことから、隔年結果園地では有機物の施用などの土壌管理が適切に実施されていなかったことが推察される。木原ら(2000)は、全国のカンキツ栽培府県におけるウンシュウミカンの隔年結果性についてアンケート調査を実施し、隔年結果を助長させたと考えられる最も指摘の多かった栽培的要因を「適切な結実管理の過不足」、次いで「土壌管理の不徹底と施肥量の減少」と報告している。県内の現地園地の「せとみ」における隔年結果の栽培要因は、木原ら(2000)の報告と同様の傾向を示し、これらの技術改善が隔年結果軽減に効果的と考えられる。

ウンシュウミカンでは収量と冬季の根中炭水化物含量との間に負の相関関係があり、炭水化物のうち収量・着花量との相関が高いのはデンプン含量である(大城ら,2000)。そこで、「せとみ」の連年結実樹の特性を解明するため、異なる3段階の着果程度の樹体について、12月から翌年の9月までの葉、枝および根のデンプン含量の推移と当年の収量および翌年の着花量との関係を調査した。その結果、12月の根のデンプン含量が当年の収量または翌年の着花量との相関が最も高く、かつデンプン含有量の範囲も大きかった。この結果は、杉山ら(2006)の「青島温州」の報告と一致し、「せとみ」においても12月の根のデンプン含量は、連年結実の指標になり得ることが明らかとなった。

2014年度と2015年度の2年間にわたって12月の根

のデンプン含量と当年の収量または翌年の着花量との関係を調査して得られた相関式から、翌年の着花量中程度(2.5~3.5)を確保するための当年の適正収量は2.3~2.9kg/m³と算出された。「せとみ」と似た交配組み合わせである「不知火」(種子親「清見」、花粉親「ポンカン中野3号」)では、樹冠容積あたりの果数は10~11果、収量は2.7~3.0kgが安定生産の着果量であることから(猪原,1999)、「せとみ」の適正収量は「不知火」と同程度か若干少ないと推察される。

高品質果実栽培を目的とした夏秋期のLWPを調査した報告は多数あり、「せとみ」のLWPは7月下旬から9月中旬までを-0.5~-0.7MPa、9月中旬から11月までを-0.7~-0.9MPaに維持することで日焼け果の発生を抑えつつ糖度および着色向上効果が得られ(兼常ら,2020)、熟期が12月中晩生カンキツ「はれひめ」では、8月中旬から収穫期まで-0.7~-1.2MPaの乾燥ストレスを付与することで糖度向上効果が認められる(岩崎ら,2011)。本試験の「せとみ」における12月から3月のLWPは-1.0~-4.0MPaで、前述の夏秋期におけるLWPと比較して顕著に低かったことから、樹体の水分ストレスは夏秋期より冬春期において大きいことが明らかとなった。「せとみ」のLWPは12月下旬以降、平均気温が10°C以下に低下すると急激に低下し、1月下旬がピークであり、平均気温が10°Cを超す3月下旬には著しく上昇したことから、「せとみ」の冬春期における水分ストレスは気温低下に比例して進み、平均気温10°C前後で転換することが示唆された。間苧谷ら(1976)は冬季のウンシュウミカンのLWPと地温との関係を調査し、LWPが最も低下するのは1~2月でその要因は地温の低下によるもので、地温が12°C前後に低下すると根の機能が著しく衰えてLWPも低下することを報告しており、「せとみ」におけるLWPの時期別推移も同様の傾向を示した。さらに、着果量が多いほどLWPが小さくなる傾向にあり、着果過多が水分ストレスを助長すると考えられる。

柑橘の落葉は発芽期の3月下旬から4月上旬と5月中旬から6月にかけて多くなるが(村松,1967)、寒風害によっても発生する(向井,1999)。寒風害は冬季の強い季節風によって落葉する被害であり、風速7m/s以上で落葉が増加し、低温ほど激しくなる(向井,1999)。2月中旬に認められた落葉は-2.4から-3.4°Cの低温と最大風速5.2から6.6m/sの強風の交互作用によるもので、4月上旬の落葉は発芽期に認められたことから生理的な現象と推察される。着果過多状態であ

った葉果比 60 区において落葉数が多かった要因は、葉果比 60 区で樹体乾燥が大きかったことと、着果過多による炭水化物などの貯蔵養分の減少と考えられる。冬季の葉は炭水化物や無機成分を蓄えており、これらが翌春の新梢生長や開花結実に利用される(松本, 1973)。近年の気象変動によって頻発する冬期の低温によって助長される落葉は大きな栄養的損失となり、結実不良、隔年結果を誘発することから、落葉軽減のためにも結実管理や防風対策が重要となる。

結果母枝の長さや着花数および着果数との間には相関が認められ、得られた相関式から「せとみ」では長さ 15 cm 程度の結果母枝が着花・着果確保のためには適していることが明らかとなった。なお、実用面においては、長さ 10~15 cm の結果母枝を目安にするのが良いと考えられる。平山ら (1996) は、「不知火」の着果している結果母枝の 80% が長さ 6~15 cm で果実品質の観点から 10~15 cm が適するとし、林田 (2015) は「麗紅」において有葉果が着果した結果母枝の長さは平均 12~13 cm、と報告しており、「せとみ」の結果母枝の結果と同様の傾向を示した。実際の栽培条件では、10~15 cm の結果母枝は比較的長いものであり、このようなやや強めの結果母枝を発生させるには貯蔵養分を十分に蓄積させること、すなわち樹勢を維持することが重要であり、適切な結実管理、土壌物理性の改善などで細根を増やすとともに適期・適量の施肥管理が必要であろう。

隔年結果軽減技術として、2 つの試験を行った。まずは、翌年に豊作が予想される樹に対しての夏秋梢処理である。翌年の着花抑制と新梢の確保のために、「せとみ」における夏秋梢処理方法について調査した。夏枝 1/3 残区、輪状芽残区、春枝 1/2 区のいずれの処理区とも翌年の着花抑制効果が認められた。前述のとおり、「せとみ」の着花・着果確保に適する結果母枝の長さは 15 cm 程度であったことから、「せとみ」の夏秋梢処理はやや強めの春枝が発生する夏枝先端 2/3 を切除する夏枝 1/3 残区が適していると考えられる。さらに、発生角度と新梢長との間に相関が認められた結果から、処理する夏秋梢は着生角度 45~80° の上向きが目安となる。

次に、3 年間の有機物の連年施用と中耕処理による土壌管理である。森永 (2011) は、連年結実に対する地下部の重要な役割の一つは養水分の吸収であり、根量(細根)を連年生産が達成できる量までいかに増加させて、その根から養水分を効率よく吸収させるかが

連年結実に向けた課題と述べている。本試験では、樹皮堆肥を 3 年間表層に施用することで 0~15 cm の深さにおける細根の増加が認められ、表層施用に踏み込み式中耕機(商品名 ホーレ)による中耕を加えることで 15~30 cm の深さにおいても細根の増加が認められた。中井 (1977) と中村ら (1983) は、マツ、スギ、ヒノキなどの樹皮を原料とするチップ粕堆肥が「夏ダイダイ」で、また、杉山 (2008) はバーク堆肥を含めた土壌改良資材が「不知火」において、土壌物理性を改善して細根量を増加させ、収量も増加したことを報告している。本試験では、土壌硬度を調査したのみで詳細な土壌物理性の調査は実施していないが、樹皮堆肥の施用によって土壌の物理性が改善されて、細根が増加したものと考えられる。なお、本試験でも処理区における細根量の増加は認められたが、果実収量は無処理区と比べて有意な差は認められなかった。これは、本試験では高接ぎ更新 9 年目(中間台「興津早生」)の「せとみ」で 3 年間の試験期間に対して、「夏ダイダイ」では 10 年間という長期間、「不知火」では試験期間は 4 年間で若木の 5 年生樹であったためと推察され、今後も継続して調査する必要がある。

摘 要

「せとみ」の連年安定生産を目的とした器官のデンプン含量、適正な着果量、最適な結果母枝の形質、夏秋梢処理、土壌管理について調査を行い、以下の結果を得た。

12 月の根のデンプン含量は連年結実するための指標になり得る。2 年間にわたって調査して得られた相関式から、翌年の着花量中程度(2.5~3.5)を確保するための当年の適正収量は 2.3~2.9 kg/m³ である。

結果母枝の長さや着花数および着果数との間に相関が認められ、「せとみ」では長さ 15 cm の結果母枝が着花・着果確保のためには適している。

翌年に豊作が予想される樹に対する夏秋梢処理(切除)方法として、夏枝 1/3 残区、輪状芽残区、春枝 1/2 区のいずれの処理区とも翌年の着花抑制効果が認められ、特にやや強めの春枝が発生する夏枝 1/3 残区が適すると考えられる。

樹皮堆肥を 3 年間表層に施用することで 0~15 cm の深さにおける細根の増加が認められ、表層施用に踏み込み式中耕機(商品名 ホーレ)による中耕を加えることで 15~30 cm の深さにおいても細根の増加が認め

られた。しかしながら、3年間の平均収量および隔年結果指数に有意な差は認められなかった。

引用文献

- 林田誠剛. 2015. 中晩生カンキツ「麗紅」の着花・着果特性と植物生長調節剤を利用した着果促進. 長崎農林技セ研報. 6. 131-138.
- 平山秀文・藤田賢輔・磯部 暁・重岡 開. 1996. 不知火の品種特性と生産安定技術の確立. 熊本農研セ研報. 5. 125-140.
- 猪原健一. 1999. 優秀園にみる収量構成の特徴. p.71-75. 河瀬憲次編著. デコボン（不知火）をつくりこなす. 農文協. 東京.
- 岩崎光徳・深町 浩・今井 篤・野中圭介. 2011. 中晩生カンキツ‘はれひめ’における夏秋季の水ストレスが果実品質に及ぼす影響. 園学研. 10(2): 191-196.
- 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.
- 河瀬憲次. 1999. 根群の生育と樹勢強化対策. p.111-116. 河瀬憲次編著. デコボン（不知火）をつくりこなす. 農文協. 東京.
- 木原武士・小中原実. 2000. ウンシュウミカンにおける隔年結果の現状と対策. 果樹試報. 34: 111-136.
- 間苧谷徹・町田 裕. 1976. 果樹の葉内水分不足に関する研究（第5報）ウンシュウミカンの葉の水ポテンシャル及び葉内水蒸気拡散抵抗の時期別推移について. 園学雑. 45(3): 261-266.
- 松本和夫. 1973. 柑橘園芸新書. p.56-59. 養賢堂. 東京.
- 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.
- 森永邦久. 2011. カンキツの隔年結果の要因と対策. p.406の77の8-406の77の19. 農業技術体系果樹編1-Iカンキツ. 農文協. 東京.
- 向井 武. 1999. 気象災害と防止対策. p.478-488. 岩堀修一編著. カンキツ総論. 養賢堂. 東京.
- 村松久雄. 1967. ミカンの生理と栽培. p.9-12. 農文協. 東京.
- 中井 久. 1977. 夏ダイダイ園の土壌管理に関する研究（第1報）夏ダイダイ園の生長, 収量, 果実品質, 葉中成分含有率に及ぼす影響. 山口農試研報. 28. 121-128.
- 中村光夫・中井 久. 1983. ナツミカン園の土壌管理に関する研究（第2報）土壌管理法が土壌の理化学性に及ぼす影響. 山口農試研報. 35. 65-72.
- 杉山泰之. 2008. カンキツの簡易栄養診断法の開発とそれによる安定生産および樹勢強化に関する研究. 窒素施肥量と土壌改良資材の違いがカンキツ‘不知火’の樹体生育・果実品質・樹体栄養状態および根量に及ぼす影響. 千葉大学大学院園芸学研究科学位審査論文. 13-27.
- 杉山泰之・大城 晃・濱崎 櫻・澤野郁夫・小原 均. 2006. ウンシュウミカン‘青島温州’の樹体内デンプン含量の時期的変化と冬季の根中デンプン含量による着花量予測. 園学研. 5(3): 277-282.
- 岡崎芳夫. 2009. せとみ. p.352の60-352の67. 農業技術体系果樹編第1-Iカンキツ. 農文協. 東京.
- 大垣智昭・藤田克治・伊東秀夫. 1968. 温州ミカンの隔年結果に関する研究（第8報）摘果, 施肥, 剪定の組合せによる隔年結果防止効果. 園学雑. 37: 312-318.
- 大城 晃・杉山泰之・片山晴喜・河村 精・久田秀彦・岡田長久. 2000. ウンシュウミカンにおける冬季根中でんぷんによる樹体栄養診断の開発. 土肥誌. 71: 259-262.