

Ⅱ. 温州ミカンの有機栽培技術

目 次

1. 有機栽培実施上の問題点……………	87	7) 結実の確保と品質向上……………	111
2. 有機栽培を成功させるポイント……………	88	(1) 摘果による隔年結果防止と	
3. 生理・生態的特性……………	91	品質向上……………	111
1) 原生地と気候・土壌的特性……………	91	(2) 後期重点摘果法による品質向上……………	112
2) 生理・生態的特性……………	91	(3) 隔年交互結実法による省力化……………	112
(1) 常緑果樹の特性……………	91	8) 栽培管理と品質向上……………	113
(2) 隔年結果……………	91	(1) 樹の生育周期と水分要求度……………	113
(3) 結果習性……………	92	(2) 水分ストレスと果実品質……………	114
(4) 休眠と花芽分化……………	92	(3) 土壌の物理性と水管理……………	115
(5) 生育周期……………	93	9) 園地管理……………	116
(6) 栄養生長と生殖生長……………	94	(1) 草生栽培……………	116
(7) 耐干性と浅根性……………	95	(2) 灌水設備……………	117
4. 有機栽培の基本技術と留意点……………	95	(3) 園内道とモノレール……………	117
1) 品種の選択と更新……………	95	(4) 防風・防寒……………	118
(1) 栽培条件……………	95	10) 病虫害防除……………	118
(2) 品種特性からみた選択枝……………	96	(1) 病虫害防除の基本的考え方……………	118
(3) 病虫害は土づくりで抑制……………	96	(2) 虫害の防除対策……………	119
(4) 品種の更新方法……………	97	(3) 主な害虫の発生生態と対策……………	120
(5) 栽培品種の組合せ……………	97	(4) 病害の防除対策……………	128
2) 健苗の育成と初期生育の確保……………	97	(5) 主な病害の発生生態と対策……………	130
(1) 健苗の育成……………	98	(6) 有機栽培における病虫害管理	
(2) 初期生育の確保……………	98	マニュアル……………	139
3) 土づくり……………	99	11) 収穫・出荷・貯蔵……………	142
(1) 有機栽培への切替時の土づくり……………	99	(1) 適期収穫……………	142
(2) 安定期に入ってから土づくり……………	101	(2) 予措と貯蔵……………	142
4) 施肥管理……………	102	5. 先進的な取組事例紹介	
(1) 必須元素……………	102	1) 独自の技術を駆使し大規模	
(2) 養分消費量と施肥の寄与……………	102	有機ミカン作を実現……………	143
(3) 施肥時期と転流……………	103	2) 土づくり・隔年交互結実で	
(4) 窒素栄養と果実の品質……………	105	有機ミカンの安定生産……………	146
5) 園地の選択と整備……………	107	3) 慣行栽培の単収・食味を超える	
(1) 園地の選択……………	107	有機ミカン作……………	150
(2) 園地の整備……………	107	4) ミカン銘柄産地で有機栽培に	
6) 植栽と整枝・剪定……………	108	賭ける……………	153
(1) 植栽密度と植付け時の留意点……………	108	5) 低投入・無農薬で高収益柑橘経営	
(2) 整枝・剪定……………	109	を実現……………	155
(3) 有機栽培で蘇る隔年交互結実法……………	110	引用文献……………	158

1. 有機栽培実施上の問題点

温州ミカンの有機栽培実施上の技術的問題点は、府県の有機農業などの担当機関への照会調査の結果では、病虫害問題（特に虫害問題）が圧倒的に多く、次いで雑草、栽培管理、施肥管理の問題が続く、これらの問題により派生する労働時間の増大や収量・品質の低下という問題が挙げられていた。

有機栽培の現場で起きているより具体的な栽培実施上の問題点を挙げれば次下の通りである。

①害虫が多発すると樹勢・収量・品質が低下する

温州ミカンでは、カイガラムシ類、カメムシ類、ゴマダラカミキリの発生が多く、園地で普遍的に見られ被害も多い。また、園地によってはミカンサビダニ、ミカンナガタマムシ、チャノキイロアザミウマの発生による被害が大きい。

有機栽培では、慣行栽培で使用している強力な且つ薬効が持続する化学合成農薬が使えないため、園地の立地条件や栽培管理技術にもよるが、樹勢低下だけに留まらず、単収の大幅低下と果実の外観品質の低下をもたらす。特に、ゴマダラカミキリやミカンナガタマムシは樹を枯死させることがあり、ミカンサビダニやカイガラムシ類、カメムシ類は、外観品質を著しく低下させ、落果を引き起こす。害虫防除は早期発見・早期駆除が不可欠で、ゴマダラカミキリのように常時巡回による捕殺が必須であり、管理労働も大変である。

②病害が多発すると果実の商品価値は著しく低下する

温州ミカンはそうか病に弱く、多くの園地で問題となる。密植園や日照・通風不良の過湿園地、また降雨回数が多い年次に多い。病原菌は旧葉の病斑で越冬し、展葉初期から降雨の度に伝染を繰り返し、やがて果実にも病斑を発し、果実の商品価値を著しく低下させる。

また、樹冠内部の枯れ枝や園地内外の剪定枝が伝染源となる黒点病の発生も普通に見られ、葉、緑枝に黒点が発生するほか、果実に病斑が多発

し、程度が激しい場合には商品価値を低下させる。

なお、気象条件や栽培管理の状況によっては、かいよう病、灰色かび病、炭疽病が問題になるほか、有機栽培特有の問題ではないが、貯蔵中に発生する果実の腐敗も問題になる。

③園地の雑草管理不良が樹勢を低下させ、病虫害を助長する

温州ミカンの成園地では、雑草を活かした雑草草生栽培が多いが、労力不足等により草地の管理が不十分だと、雑草が繁茂しつる性雑草が樹冠部へ侵入して幼果を傷つけ、樹の光合成を阻害し、根部での栄養分の競合を起こすほか、環境条件を悪化させ病虫害の伝染・発生・誘発源となる。また、草生管理の不良園では強害雑草が繁茂し栽培管理及び収穫作業の能率も低下させる。雑草管理は慣行栽培に比べ多くの労働力を要し、特に暑い時期には多大の労苦を伴う。

④栽培・結実管理が難しく単収は低下し隔年結果が起きる

有機質肥料による栽培では樹勢低下や生理落果が起きやすく、樹勢・着果のコントロールが難しい。また、有機質肥料は種類毎に肥効に違いがあったり低温期の肥効発現が緩やかなため、施肥時期や施用量によっては果実の熟期が遅れたり、糖度が落ちて味が悪くなることもある。さらに、園地条件や整枝・剪定・摘果の状況によるが、肥培管理や摘果が不適切だと隔年結果性が高まる。

⑤幼苗期にはミカンハモグリガや雑草害で生育が著しく劣り、結実開始期が遅れる

苗の育成期間中にミカンハモグリガが多発し、葉面が食害されて光合成が著しく阻害されることが多い。また、除草剤が使えないため雑草の繁茂が著しい。このため、樹の生育は著しく劣り、慣行栽培に比べ着果時期が1~2年遅れるほか、後々まで樹勢が回復せず、病虫害への抵抗性が低くなることがあることも観察されている。

そこで、苗木育成や定植初期には、慣行栽培で育成する方法が多くなっているが、結実期に入ってから有機JASの申請では認定が遅れ、収益

面で不利益を被る。

⑥立地条件から見て鳥獣害を受けることが多い

有機栽培特有の問題ではないが、柑橘の園地は山間部にあることが多く、イノシシやヒヨドリによる被害もある。イノシシは有機物や刈草の堆積地を掘り起こすなどの問題を起こしている。

⑦有機JAS規格に対応した技術体系ができていない

既存の柑橘園を有機栽培に転換する際には、リスクも考えて初期の段階には特別栽培に切り替え、技術、生産の安定性を確認しつつ有機栽培へ移行し、その割合を高めていくことが多い。現状では、先進農家からの技術伝授を受けて有機栽培に踏み切ることが多いが、普及指導機関としても、地域に適合した技術体系を必要としており、官民における有機栽培技術の研究開発や実証展示調査圃の設置は急務である。

2. 有機栽培を成功させるポイント

温州ミカンの有機栽培の歴史は長く、病害虫等に対する対処の仕方を中心に2つのタイプがある。1つのタイプは少数派ではあるが、永年にわたる有機栽培の経験から、自園に適合した技術を創意工夫し、自然生態系や地域資源の活用を意識し、一定の減収を許容して有機質肥料の投入量も抑え、一切農薬を使わずに、無理をせず安定した生産と高品質の農産物を特定の顧客に供給する、いうなれば本来の有機農業の理念に基づく行動様式をとっているタイプである。

一方、多くの有機栽培者は多様な技術を創造・活用しながらも、自然生態系の活用のみでは容易に対処出来ない病害虫に対して、有機JASで許容された農薬を活用して高単収、高品質の果実を生産し、直売のほか有機農産物の大手流通組織にも供給を行っているタイプである。

以下に、先駆的な有機栽培者の技術の中から、有機栽培を成功させるポイントを示した。

①生理・生態、園地条件を知り、園地観察を徹底する

温州ミカンの有機栽培で最も問題になる病害虫

や雑草は、慣行栽培では化学合成農薬で容易に制御でき、また樹勢のコントロールも化学合成肥料により制御可能である。これに対して、有機栽培では作物の生理・生態や園地の条件に応じた対応が基本であり、園地の栽培環境や樹の状態の常なる把握が前提になる。例えば、ゴマダラカミキリは、常時圃場を巡回して捕殺すれば防げるが、多忙を理由に圃場観察を怠ると幼虫が樹へ食入し樹を枯らすことが多い。

②有機栽培に向く園地・品種を選択する

有機栽培で最も問題となる病害虫は、園地条件からくる樹体の健全度と深い関係がある。樹体の健全度は日照、通風、風雨、温度、降霜、降雪等の気象条件、傾斜度、斜面の向き、気流の流れ等の地形条件、土質、土性、排水性、地下水位、保水性、肥沃度等の土壌条件等と大いに関係がある。栽培管理技術によって克服可能な条件もあるが、有機栽培の容易な園地の選択をまずは優先したい。

温州ミカンの有機栽培は、古くからの品種や早生系統の品種の方が栽培が容易である。これに対して、近年多数育成されている高糖系品種や晩生系統の品種では、枝の遅伸びや収穫までの期間が長いことなどから栽培が難しいという有機栽培者が多い。府県の栽培技術指針にも品種別の特性は掲示されているが、病害抵抗性などの情報は極く少なく、また有機栽培の視点からの情報ではないので、現状では地域の先進的有機栽培者の情報や自らの試作によって確認するしかない。

③土づくりと施肥管理が樹勢を安定させ病虫害を抑制する

有機栽培者からは、土づくりが病害虫軽減と果実の品質・食味の向上の基礎であると聞く。

土づくりと施肥管理を適切に行って樹体を健全にすれば、病害虫が発生しても一部に留まり、有機JAS許容農薬の散布と相まって、余程の悪条件が重ならないかぎり、多少外観品質の劣る果実が生産され商品化率は劣るものの問題はないとしている。また、樹勢が強ければナガタマムシは回避出来るし、ゴマダラカミキリの幼虫が樹に食入し

でも溢流する樹液で死滅する例が多いという。

一般に、窒素過多の園地では、病虫害の発生が多いとされるので、堆肥の種類、施用量、施用方法、施用時期にも留意する必要がある。また、ミネラル分の補給とバランスが光合成を促進して健全な樹を育てるので、定期的に土壌分析を行って適切な肥培管理を行い、品質、食味の向上につなげる必要がある。

さらに、根張りが不十分だと日焼け果（炭疽病）が発生しやすく、また干ばつ被害も起きやすく、食味も低下するので、圃場の排水条件の改良、有機物資材の投入または禾本科の草生栽培による土壌の物理性改善により、保水性や保肥力を改善する必要がある。土質にもよるが、灌水施設の整備も望ましい。

④病虫害には有機JAS許容農薬も利用する

温州ミカンの有機栽培では、土壌の物理性改良で排水条件を整え、窒素の過剰やミネラルバランスにも気を付け、整枝・剪定により樹冠部の日照・通風条件を整え、枯れ枝除去や雑草制御などで園地条件を良好にしておけば、病虫害の発生は抑えられる。また、有機栽培が安定してくれば、病虫害は部分的には発生しても広がらず、被害も気にならない程度になるとされる。

しかし、年次や栽培条件によっても異なるので、有機JAS許容農薬を活用して、生産を安定させることも必要である。特に、不特定多数の消費市場を対象とする大規模経営の場合には、流通上一定水準以上の外観品質が必要のため、病虫害発生初期の状況を見極め、気象動向も考慮して、病虫害の種類、時期に応じて、2、3剤程度の有機JAS許容農薬を活用して、契約した供給量に大きな変動がないようにする必要がある。温州ミカンで特に問題となるそうか病には、水和硫黄剤、ボルドー剤を、カイガラムシやアブラムシにはマシン油乳剤、石灰硫黄合剤等を、サビダニには水和硫黄剤の利用が多いが、これら農薬は、慣行栽培で一般に使用している化学合成農薬に比べ、薬効や効力持続期間が短いので、園地観察による散布適期の判断が最も重要で、散布に当たって

のノウハウを必要とする。なお、有機栽培者の中にはそうか病やカイガラムシの多発枝を剪除する物理的な防除や、害虫忌避剤を作出して成果を挙げている例もある。

⑤整枝・剪定・摘果により良品質の果実を安定的に生産する

有機栽培の整枝・剪定においては、園地条件の改善、適切な肥培管理と相まって、病虫害の発生抑制を図ることに大きな役割が期待されている。また、高収量、高品質の果実を毎年安定的に生産させるという隔年結果防止の役割も重要である。このためには、まず園地条件に応じた植栽条件（端的には植栽密度、植栽距離）が重要であり、日照・通風条件を整える観点から、樹冠距離は慣行栽培の場合より広めにして、早生系統では3m以上、中生系統では4m程度を目指している例が多い。新植時に株間を半分にした計画密植は、7、8年目以降の成木期に入れば、早めの間伐を行う必要がある。

整枝・剪定は、園地の条件や個々の生産者の栽培管理のあり方に関する考え方に違いがあり、一概には言えないが、有機栽培では総じて樹勢が落ち着いてくるので、日照条件を生かすために樹冠を小ぶりにすることを意識して、樹冠内の日照、通風を良くし、光合成を活発にする枝を残し、枯れ枝や病虫害の付着枝葉の除去を心がける必要がある。

また、有機栽培により樹勢が落ち着いてくると、着果過多になりやすいので、まず病虫害果を除去し、適正摘果に留意する。施肥体系も夏から初秋にかけて樹体内への養分蓄積がなされるような体系に切り替えることによって隔年結果の波を抑えるようにする。

なお、隔年結果の防止対策として、園地を、結果させる園地と着果部を全て剪除または摘果した園地とに分けて、これを毎年交互に繰り返す「園地交互結実方式」によって、経営体全体では隔年結果を防止する方式を採っている有機栽培者もいる。この農家の場合には20haを越える大規模柑橘園経営のため、個々の園地での隔年結果対

策を採るより、省力的で且つ目一杯結実させた上で摘果作業をなくすことによって、病虫害対策も最小限で済み、生産力も慣行栽培園に劣らないことから、経営条件を生かした合理性を持った有機栽培と言える。

一方、病虫害発生部の物理的除去を兼ねて、樹の主枝・亜主枝・枝葉の約半分を剪除し、残された茎葉部で目一杯結実させ、病虫害果以外は一切摘果することなく、樹1本毎の生産力は慣行栽培に近い高単収、高品質の果実生産を目指している例もある。

これら2つの方式は、従来、隔年結果防止技術として公的機関で開発されてきた技術である。しかし、これを隔年結果防止のみならず、有機栽培向きの病虫害防止と省力化を兼ねた技術として応用し、既に数年間にわたって成果を挙げている実践者がいることは注目に値する。

なお、病虫害回避の観点からは、害虫の付着した枝葉や、かいよう病、そうか病の罹病葉梢、黒点病の伝染源になる枯枝は徹底的に剪除して、出来るだけ早期に園外に持ち出すことが必須である。さらに、持ち出した後に堆肥化して、園地に還元することも地力維持の観点から有効である。

⑥的確な草生管理で有機栽培を安定させる

草生栽培の効果は、雑草抑制のほか、有機物の土中への補給、土壌の膨軟化、通気性や保水性向上、干ばつ防止、天敵や土壌動物の保護、樹冠への害虫転移防止、園地における暑熱防止による作業環境の改善など実に幅広い場面で認められており、温州ミカンの有機栽培園地でも定着している。しかし、適切な管理が伴わないと、病虫害発生の原因になり、樹との養分競合によって生育や果実の味に悪影響を与えたり、園地管理や収穫時の作業環境を著しく悪くするというデメリットを伴う。

以上のような問題を回避するため、草生管理の状況によっても異なるが、通常年間4、5回の草生地の草刈りを行う必要がある。草生管理が適切な有機栽培園地では、多食性のクモや天敵の増加による害虫の抑制効果が高いことも多くの有機

栽培者が実感していることである。

⑦施肥・水分制御で食味を向上させる

最近、多くの高糖系品種が開発されているが、有機栽培が行いやすい古くからの品種においては、栽培管理技術によって糖分を増やし、また完熟するまで樹において糖酸バランスも適度にした美味しいミカンの提供が必要である。多くの有機ミカンの顧客は、外観はほどほどでよいと考えているが、食味の良いミカンを求めているので、有機栽培といえども食味を良くする工夫が欠かせない。

⑧幼木期の生育を順調にする対策を行う

苗木の育成・定植段階から有機栽培を行ったり、更新園での苗木段階から有機栽培を開始する場合には、初期生育段階でのミカンハモグリガの食害や雑草害で生育が著しく劣り、初期生育の遅れから結果樹齢に達するのが慣行栽培より2年ほど遅れたり、その後の生育が思わしくないという問題がある。生育の遅れはあってもこれを受け入れ、苗木の育成を接木段階から自家で行ったり、購入苗を有機栽培の形で2～3年間育ててから圃場へ移植するなども行われている。

しかし、これらの樹は樹勢が弱く、病虫害にも弱い等の問題がつきまとうため、定植後2、3年間は、慣行栽培と同様な形で管理し、幼苗期のミカンハモグリガや雑草害による悪影響を遮断して、一定の樹体が形成されてから、有機栽培に転換し、以後の生育を順調にしていく方法も利用する。

⑨外観不良果は加工品での販売を考える

有機栽培農産物の販売基準は特にないため、贈答用向けには特に外観品質には注意していても、その他の有機農産物を扱う流通市場向けの場合には大まかな外観品質や大小区分による販売を行っていることが多い。

問題は、有機栽培では相当努力しても一定量の外観不良品が出るが、これをどのように扱うかで経営収支が大きく左右されることもある。幸い、有機農産物を求める消費者は、自家での加工用としてこれらを求める向きも多いが、生産者自身が自家でジュースやジャム等の有機加工品を開発して付加価値を高めると、収益性の向上が図れるし、

年間を通じた所得確保の機会拡大につながる。この際、食品企業の開発力を活用したり、委託加工の途も探るとよい。

3. 生理・生態的特性

1) 原生地と気候・土壌的特性

生食用柑橘類の栽培品種は、ミカン科、ミカン亜科、柑橘連に属するキンカン属と柑橘属である。柑橘属の生物的基本種はシトロネ、ブンタン、ミカンであることが、最近の生化学、DNA分類から明らかにされた。ミカン類の起源はインド・アッサム地方から中国・雲南にかけてである。温州ミカンは今から500年前頃に、中国から持ち込まれたマンダリン類の種子から偶然生まれた日本原産の品種である。300年を超す高接ぎ古木の存在などから、鹿児島県の長島（出水郡長島町）が温州ミカンの発祥地とされている。

温州ミカンは福岡県や長崎県を中心に九州各地へ広まり、さらに瀬戸内、近畿、東海地方に広がった。単為結果性で受粉しなくても結実するのが特徴である。このため、江戸時代までは種子ができないことから嫌われたが、明治以降は食味の良さと種子のないことが逆に好まれて栽培面積が増加した。第2次世界大戦で一時栽培は減少したが、戦後は西日本を中心に生産量が急増した。生産過剰となった1970年代後半から産地間の品質競争が激しくなった。また、この頃から極早生から高糖系まで熟期の違う系統が多数探索され、出荷時期は9月から3月まで広がった。

温帯モンスーン気候で生まれた温州ミカンは、四季と梅雨が必要である。冬期温暖で年平均気温15～17℃、年間日照時間が長く、夏秋期に乾燥する気候が適している。土壌は排水性が良く、かつ乾燥期の保水性も良い土性で、礫と粘土を適度に含む土壌が望ましい。根は果樹の中では浅根性であり、表層0～30cmに細根が密に張る土壌が適している。適度な乾燥ストレスで果実品質が良くなるため、深い所まで膨軟で保水性の高い土壌は高品質なミカン生産には向かない。化学

性ではCa、Mgなどの塩基類や微量元素が多く保肥力に富む土壌が適している。土壌母岩としては、玄武岩、粘土を含む安山岩、これらが熱変性を受けた結晶片岩、礫の多い古生層堆積岩の風化土壌などが、これらの条件に合致しており、実際に高品質な温州ミカンが生産されている。

2) 生理・生態的特性

(1) 常緑果樹の特性

温州ミカンは常緑果樹であり冬も落葉しない。温州ミカンの樹には、今年の葉（新葉）と去年の葉（旧葉）、時には一去年の葉が併存している。4月上旬頃に発芽した新葉は5月下旬にはほとんどが展葉し、枝の先端部が自己摘心の現象を起こして新梢の伸長が停止する。葉が硬化し成葉となる6月中旬以降は新葉の光合成が活発になり、役目を終えた旧葉は5～6月頃に落葉する場合が多い。従って、通常の樹では6月下旬以降は新葉の比率が非常に高い。しかし、新葉の発生が少ない場合、旧葉は落葉せずそのまま残る。旧葉の光合成能力は新葉に比べて劣るが、炭水化物栄養の製造器官として2年間働く。

果実を収穫した後も葉は光合成を続けており、光合成産物である炭水化物は貯蔵養分（デンプン）として葉、枝、根に蓄積される。根から吸収された窒素などの栄養成分も同様で、その年に使われずに残った栄養成分がタンパクなどの貯蔵養分として蓄積される。春になるとこれら貯蔵養分が分解されて新生器官に転流し、発芽、開花、新梢生長のエネルギーや構成成分に使われる。温州ミカンでは葉、枝、根といった貯蔵器官が翌年の生育や果実生産に大きな役割を果たしており、落葉果樹に比べて前年の生育状況が翌年度に及ぼす影響は大きい。

(2) 隔年結果

光合成産物の貯蔵形態であるデンプン含量の季節変化を図Ⅱ－1に示した。樹体のデンプン含量は貯蔵養分を使い果たす5月下旬～6月中旬頃に最低となる。その後、新葉の光合成が盛んに

なり収支はプラスに転じる。葉で光合成された機能性炭水化物は、着果量が多いほど果実に多く分配され貯蔵器官への転流が減少する。

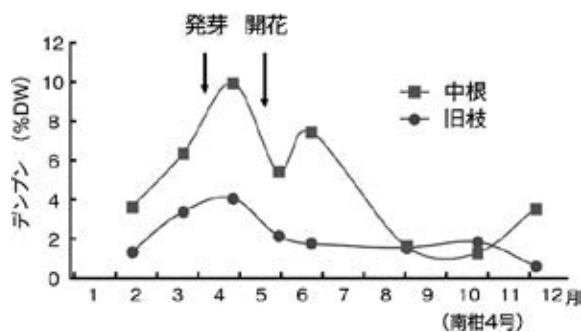
貯蔵器官のデンプン含量と翌春の着花量の関係は深く、青島温州の場合、中根（直径5～10mm）のデンプン含量が1%以下では必要な着花量を確保できないとされている（図Ⅱ-2）。枝の貯蔵養分も花芽分化に関係しており、前年結実しなかった新梢（結果母枝と呼ぶ）には花芽が多く、前年の着果枝には葉芽が多い。着果量が多い年（表年）の翌年は着果量が少ない（裏年）傾向があり、この年次差の大きい現象を隔年結果と呼んでいる。温州ミカンには隔年結果が起こりやすい果樹であり、このコントロールが有機栽培に限らず大きな課題である。摘果による着果量の制限と

共に、結果枝と結果母枝を毎年バランス良く出させる栽培管理が重要となる。

(3) 結果習性

温州ミカンには直花と有葉花がある。直花は結果母枝や2～3年生枝上に直接着生し、一芽に1～3個が群生する。有葉花は勢いの強い結果母枝や2～3年生枝上に発生する新梢の先端に1個だけ着生し、着葉数は着生する枝の角度や太さによって異なる。水平や下垂した結果母枝には直花が、斜め上や上向きの勢いの強い結果母枝には有葉花が着生しやすい。裏年には有葉花や新梢の発生が多く、表年には直花の発生が多い。

直花は数が多く大多数は生理落果するが、結実したものは直花果と呼ぶ。直花は有葉花に比べて生育が早く初期肥大は優れている。有葉花が結実したものを有葉果と呼ぶ。有葉果は、新葉の生長が先行するため初期の生育は直花に比べて遅れるが、新葉が充実した後の果実生長は直花果よりもまさる場合が多い。有葉果の果実品質は着葉数が3～5枚で優れている。

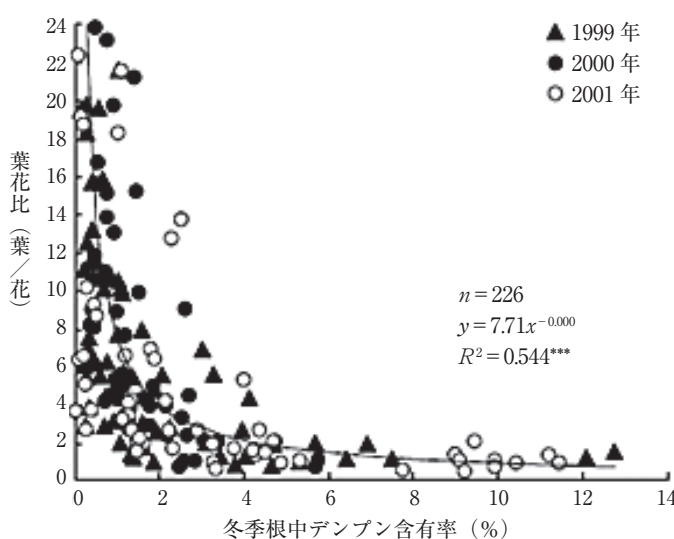


図Ⅱ-1 温州ミカン樹のデンプン含量推移
(井上 2008)

(4) 休眠と花芽分化

温州ミカンは常緑で年間を通じて代謝活動を行っているが、芽には休眠期がある。休眠には自発休眠と他発休眠があり、自発休眠期にはどんなに好適環境を与えても発芽しないが、他発休眠期では水と好適温度を与えれば発芽する。温州ミカンは通常、10～11月に自発休眠期があり、その後は冬の低温による他発休眠期に入る。自発休眠の打破には一定の低温が必要で、花芽分化はその後から始まるとみられる。

結果母枝を切り取り、水に挿して28℃の高温下に置き、出てくる芽や花を計測すると（図Ⅱ-3）、花芽分化量は12～3月にかけて時期を追うごとに増加する。秋期～初冬期に高温が続く年には休眠打破が遅れ、花芽分化時期も遅れることが分かっている。

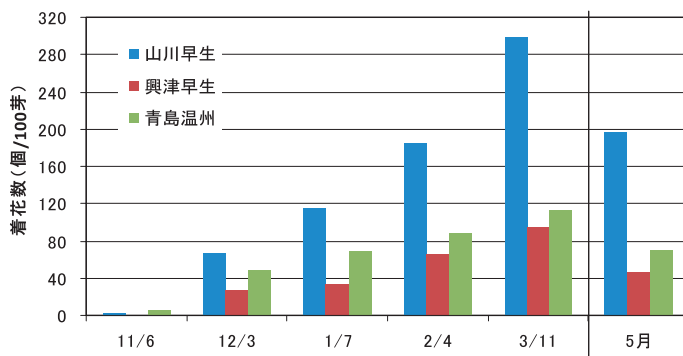


図Ⅱ-2 冬季根中デンプン含有率と翌春の着花量との関係
(杉山ら 2006)

青島温州、試料採取時期：12月上旬、着花調査時期：5月中旬



写真Ⅱ－１ 温州ミカンの直花と有葉花の着生状況（左：直花、右：有葉花）



図Ⅱ－３ 枝挿し法による花芽形成の時期別調査
(矢羽田 2004)

(5) 生育周期

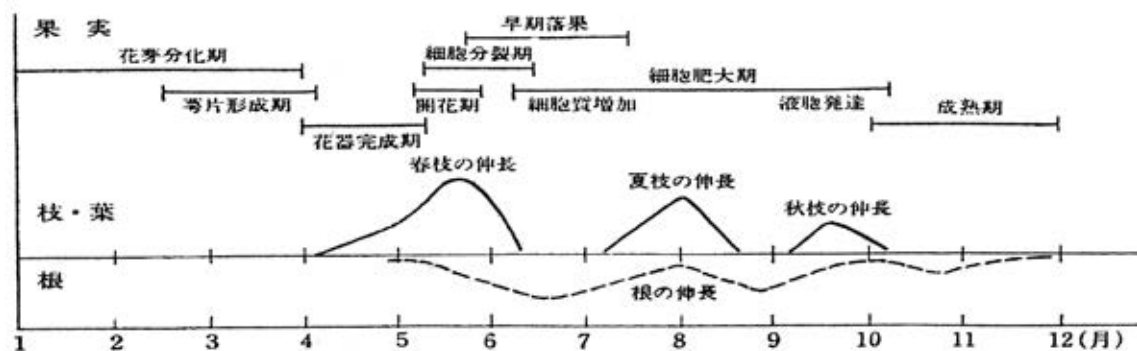
温州ミカンの生育周期を図Ⅱ－４に示した。４月に発芽した新梢が充実する６月中旬頃から新根の発根伸長が始まる。新梢発生量が多いほど新根発生量は多く、着葉数が多い樹ほど細根量は多い傾向にある。和歌山県有田地域では、４月下旬から白い蕾が見え始め、５月上旬頃に満開となる。発芽、開花期には２～４月の気温の影響が大きく、地球温暖化の影響とみられる最近の気温上昇により徐々に早まりつつある。満開後 60 日間程

で生理落果が続く。生理落果には果梗枝が着いたまま落ちる一次落果と、果実だけが落ちる二次落果があり、前者のピークは早生温州で５月下旬、普通温州で６月上旬頃、後者のピークは両品種とも６月下旬頃である（図Ⅱ－５）。

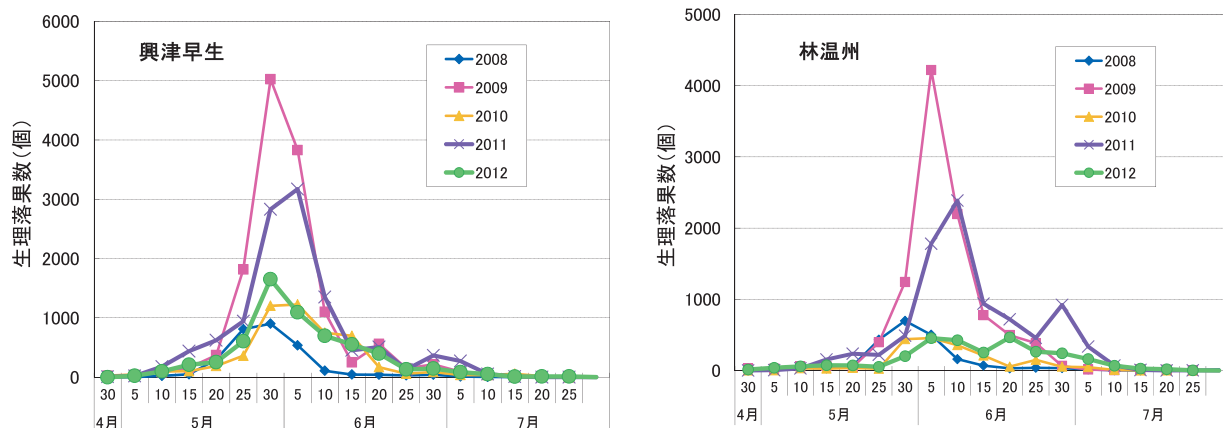
一次落果は主に新梢と果実の養分競合によって起こり、二次落果は果実間や根との養分競合が影響しているとみられる。生理落果には気温の影響が大きく高温条件下で助長される。果実の細胞分裂は満開後 30 日頃には完了し、その後は細胞伸長により果実が肥大する。腰高果実の発生には発蕾～満開までの温度条件の影響が大きく、昼と夜の温度格差が大きいほど発生しやすい。

温州ミカンの果実は子房の内果皮が発達したもので、じょうのう（内袋）が 9～12 個形成され、その中に多くの砂じょう細胞がある。早生温州では、生理落果が終了し梅雨が明ける 7 月中旬頃から砂じょう細胞の液胞に果汁がたまり始める。生産者

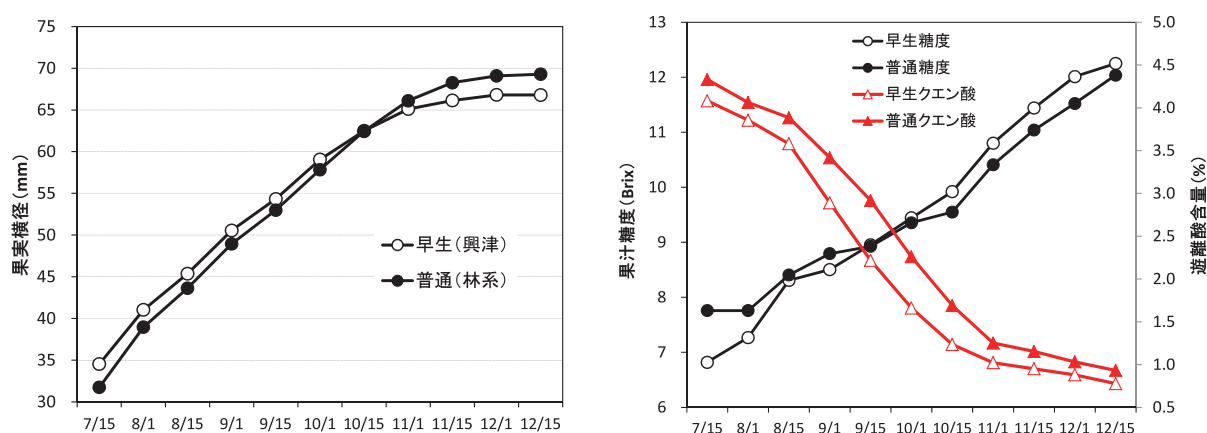
温州ミカンの果実は子房の内果皮が発達したもので、じょうのう（内袋）が 9～12 個形成され、その中に多くの砂じょう細胞がある。早生温州では、生理落果が終了し梅雨が明ける 7 月中旬頃から砂じょう細胞の液胞に果汁がたまり始める。生産者



図Ⅱ－４ 温州ミカンの年間生育周期（門屋 1982）



図Ⅱ-5 早生温州と普通温州の生理落果波相（和歌山県果樹試験場・生態調査）



図Ⅱ-6 温州ミカンの果実肥大と糖酸含量の推移

注：和歌山県果樹試験場の最近10年間の平均（2002～2011年）

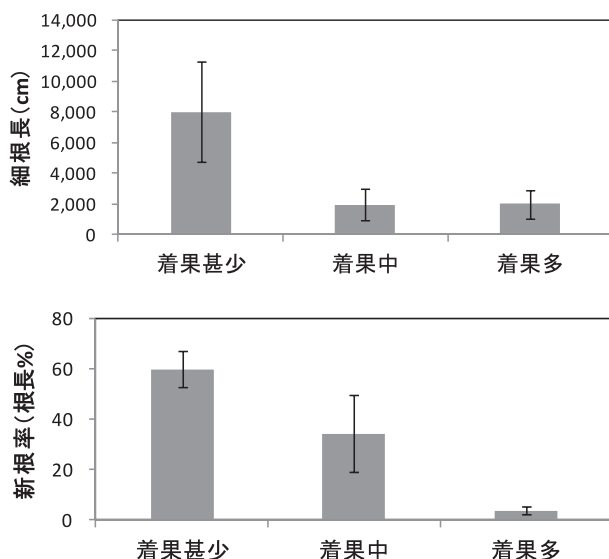
はこれを「水入り」と呼んでおり、この頃から果実を絞って果汁を採取することができる。7～8月は果実肥大が盛んな時期で、葉で光合成された産物はショ糖の形で樹体の各器官に転流し蓄積される。果実では可溶性糖類が増加し、その一部はTCA回路を経てクエン酸に合成される。クエン酸の合成よりも果実肥大による希釈効果の方が大きくなり、果汁の遊離酸含量は7月下旬頃をピークにその後は徐々に減少していく。9月になると果実のクエン酸合成機能が衰え遊離酸濃度は急減する一方、葉から転流してきた糖が急速に蓄積されていく。10月になり気温が低下し始めると果皮の着色が始まり、早生温州では11月中旬頃、普通温州では12月中旬頃に成熟果となる（図Ⅱ-6）。

(6) 栄養生長と生殖生長

果樹農業の目的は味の良い果実の安定生産で

あるが、葉や根の十分な生長がなければ実現できない。樹の生長には窒素栄養を中心とする土壤養分の吸収が必須であり、新梢の発生により光合成を行う葉が形成され、水や無機養分を吸収する根の形成や果実の肥大が促進される。このような新生器官の形成や組織肥大をもたらす生長を栄養生長と呼ぶ。一方、花芽の形成や果実生育、成熟を促進する生長は生殖生長と呼ぶ。栄養生長には窒素栄養が、生殖生長には機能性炭水化物が重要な役割を果たしている。温州ミカンでは、4～7月は栄養生長が盛んな時期で、8～9月は栄養生長から生殖生長への移行期、10月以降は生殖生長が盛んな時期である。

着果量が少ない樹では、栄養生長が盛んで葉の光合成産物は果実よりも夏秋梢の発生や根の伸長、枝や幹の生長に多く使われる。そのため、果実も遅くまで肥大し糖度の低い品質不良果になり



図Ⅱ-7 着果負担が新根発生量に及ぼす影響
(中谷ら2010)

細根長：40cm四方×10cm深さ土壌の総細根長（旧根+新根）
 着果中：7～8月摘果、着果多：9/11摘果、最終葉果比25枚/果
 新根率：（2009年発生新根長/総細根長）×100
 誤差線の表示は標準誤差

やすい。このような樹では、根からの窒素成分や無機成分の吸収も活発で、余った養分はデンプンやタンパクとして根や枝、葉に貯蔵される。逆に、着果過多の樹では葉の光合成産物は果実に多く分配され、枝や根の伸長、果実の肥大は抑えられる。着果負担の異なる樹での細根発生量の違いを、図Ⅱ-7に示した。着果の多い樹では糖度の高い高品質な果実が生産されるが、枝や根に蓄積される貯蔵養分が少なく隔年結果を引き起こしやすい。

このように、生育ステージに応じて栄養生長と生殖生長が優先する時期が異なる。これを頭に置き、樹勢維持や隔年結果防止に働く栄養生長と果実品質の向上や収量安定に働く生殖生長を、バランスよく実現する栽培管理が重要である。栄養生長と生殖生長のバランスは、果実を生産する果樹や果菜類に共通する課題である。

(7) 耐干性と浅根性

温州ミカンには他の作物に比べて呼吸や光合成が停止する土壌乾燥レベルは高く、耐干性が強い植物である。また、温州ミカンは果樹の中でも浅

根性で、養水分の吸収に必要な細根は0～30cm層に多く分布する。いわゆる銘柄産地では、表層0～15cmに非常に多くの細根が分布している園地が多い。収量や果実品質の優れた優良園では表層土壌の孔隙率が高い傾向にあり、細根の酸素要求量が高いと推定される。しかし、根が浅いために過度な乾燥や高温の影響を受けやすく、表層土壌の物理性改善と保護、適切な水管理が重要である。

4. 有機栽培の基本技術と留意点

1) 品種の選択と更新

温州ミカンの有機栽培における品種選択に当たっては、消費者に支持される良食味の果実生産を第一に考える必要がある。それを実現できる栽培条件をわきまえ、栽培が容易で病害虫が回避できる品種・系統の導入を行う必要がある。

そのため、品種選択以前の問題として、温州ミカンの適地性に温度条件と土壌条件面から触れ、温州ミカンでの品種特性と特に有機栽培の際に問題となる病害虫との関連について解説する。

(1) 栽培条件

①温度条件

温州ミカンの栽培適地は年間平均気温が15～17℃の地帯とされるが、各地域の立地条件によって気象条件は大きく異なるので、実際の栽培に当たっては、精査が必要である。特に冬季の最低温度、極温は果実の寒害発生温度が-4℃とされており、落葉や枝の枯死に至る気温は-8～-9℃とされているので、温州ミカンの産地は-8℃以下にならないことが適地の条件と言うことになる。このような極温に5年に1回以上遭い、被害を受ける園地では経営が困難になる。

しかし、先駆的な有機栽培者によれば、土づくりを徹底し有機栽培を続けていれば、地温が少し高まることや、寒波などによって果実が凍害を受ける度合いが隣接園地とは異なることが観察されたとおり、低温による被害は若干緩和され、適地条

件は多少広げてみる事が可能としている。

②土壌条件

園地の作土が深く、肥沃な土壌であれば、有機栽培でも生産力が高まるという利点があるが、温州ミカンの場合には糖度など味のコントロールが難しくなり、病害虫の発生も多くなる傾向がある。このため、先駆的な有機栽培者の中には、作土は若干浅めでも、有機栽培による土壌微生物の活性化や灌水による土壌水分コントロールを行うことによって、微生物菌体や分泌物由来のアミノ酸、核酸、ビタミン、酵素等により良食味と多収を両立させるという取組を行っている例もある。

現在、味の点で卓越している温州ミカンの産地をみても、むしろ作土の深さよりも土質と排水条件の良い所の方が食味のよいミカンを生産しており、その安定化を図る上で、何らかの方法で灌水を可能とする施設の整備を行っておくことが重要である。

(2) 品種特性からみた選択肢

一般に、温州ミカンやレモンはそうか病に弱く、中晩柑はかいよう病に弱いという特性はあるが、温州ミカンの品種・系統間では中晩柑やレモンと違って大差はないとされる。それでも、例えば、えひめ中生のように黒点病に特異的に強い品種もあれば、品種には関係なく感染する土壌伝染性の萎縮病（ウイルス伝染病）もあるので、注意が必要である。

しかし、一般に温州ミカンでは早生系の方が有機栽培がしやすいとされている。これは、有機質肥料による緩慢な肥効発現と相まって、収穫後に樹勢回復がしやすいことから、収穫量が安定し連年多収が見込めるためである。そこで、新植も含めて有機栽培がしやすい品種系統を選択する視点からは、早生温州の中で、安定した生育、整った果形、葉形で樹勢に落ちつきがあり、味のバラつきが少なく、良食味の系統を選択するということになる。但し、福森系など極早生系の中には、着色、味もいいがウイルスを保毒していて収量が少ない系統や保毒されやすいとみられる系統もある

ので注意を要する。

温州ミカンは多胚性のため、温州同士の交配種はできず、ほとんどが珠心胚実生や枝変わり（突然変異）であり、その中で収穫量が安定し連年多収が見込める条件を満たす無難な系統は、宮川早生と興津早生に落ちつく。極早生系、普通系でも同様の視点で選べばよく、推奨できる品種・系統を例示すれば以下の通りである。

なお、温州ミカンではほとんどの苗がカラタチ台であり、相性も良いので、耐寒性もあり荒れ地でも順調な生育を示す点で評価できる。

◆有機栽培に向く推奨品種・系統例

極早生系 日南系、肥のさやか

早生系 宮川、興津

普通系 南柑20号、向山、青島、大津4号

(3) 病害虫は土づくりで抑制

品種間で病害虫抵抗性にほとんど差がない温州ミカンでは、品種の選択よりも土づくりが病害虫を減少させると多くの有機栽培者が指摘している。病気を起こす誘因の大半が微生物であり、それらの微生物を抑え発病を防ぐのも微生物であるという点からすれば、有用な微生物が優勢な状態を持続できるようにすれば病気の多発が防げるとして、微生物を養うとの視点から有機物の内容を吟味する農家もある。また、窒素由来の硝酸などが植物体内に多くなると虫害が増大するとの指摘も多く、有機質肥料の過剰な施用や未熟堆肥の多施用が問題を起こすとしている。

しかし、例え土づくりが進んでも、温州ミカンではそうか病とサビダニの防止は難しい。従って、それらの病害虫に対しては有機JAS許容農薬や特定農薬を適期に使用したり、剪定や摘果作業で被害果を除去して病害の増加要因を無くすことが重要になる。

また、温州ミカンでは、有機栽培が順調に行われ病害虫をうまく抑えたとしても、1、2割の外観が不良な果実の生産は避けられないので、これらを加工用に向け、付加価値を高めて全量を販売す

る方法をとることが重要であり、多くの有機栽培農家が行っている。

(4) 品種の更新方法

園地の条件や栽培管理法によっても異なるが、温州ミカンの経済的耐用年数は40年から50年である。温州ミカンは需要規模も大きいだけに良食味を求める消費者の嗜好に対応するため、主力産地では新品種や栽培技術の高度化、あるいは糖度センサーによる選果や有機質肥料利用、土壌水分コントロールの実施などにより、地域ぐるみで品質向上のための競争が行われてきた。有機栽培農家は点在しているため、組織的な取組は行ないにくい、独自の工夫で存在感を発揮してきた。品種更新は有機栽培農家にとっても、希望する品種・系統の導入を図る重要な節目となるので、細心の注意をもって取り組む必要がある。

品種の更新には一挙に改植する場合と、高接更新及び補植による3つの方法がある。また、成園の中に欠株が発生するつど補植する方法と、一定区域を皆伐して改植する方法とがある。

温州ミカンを中間台木とした高接更新では、20年生くらいまでの若木であれば良いが、30年生以上になると生長力が衰えてくるために、接木の接着部の生長のズレから樹勢が滞り、10年くらいで結実量が落ちてくる。高接更新樹でも長期間にわたって収穫を続けるには、接木後の2年間の管理が大事である。枝、葉数、根量の確保を第一に、2年目の結実数は最小限に留める管理が必要である。3年目以降は通常の施肥、剪定、摘果作業に移行していく。

1年生苗を定植して有機栽培をすると、結実するまでに時間がかかり過ぎるので、計画的に2～3年生の大苗を育てて定植する方法（後述）もある。

また、育苗圃の段階から有機栽培で管理する方法と、育苗期間は慣行栽培で行い、定植時点から有機栽培に移行させる方法がある。経営上は後者の方が結実期間までの期間が短縮でき、有機農産物として有利に販売できる関係上メリットがあり、実践者も増えつつあるが、補植の場合には

有機JAS規格により一定の制限があるので注意が必要である。

幼木時に慣行栽培と同様な方法で集中的に管理し、徒長枝や晩秋梢、病虫害被害枝葉で充実していない枝などは剪除しながら育て、落ちついた苗を定植する方が、その後の有機栽培期間の樹の一生の生長が順調に進みやすい。なお、長期間にわたり有機栽培を実施してきた経験者の中には、育苗期や定植後の幼木期間にあまり大きく育てると、樹の寿命が短くなり病虫害に侵されやすいとの指摘もあるので注意を要する。

(5) 栽培品種の組合せ

温州ミカンの販売も他作物と同様に、市場や消費者の信頼を得ることが肝要である。そのためには、温州ミカンに限っても、極早生から早生、中生、晩生の品種を揃えて、長期間連続して市場や消費者との接触を長く保つ方が信頼を醸成しやすい。また、極早生から晩生まで連続して収穫、荷造り、出荷、販売が続くようにすることは、労力時間の平準化や収入機会の長期化とリスク分散という面から経営面でも有利に働く。このため、地域の自然条件を踏まえ、さらに経営面でのメリットも考え、中晩柑との組合せも含めて品種構成を考える必要がある。

最近の国や県の試験研究機関等で育成・発表される果樹の新品種には、良食味と豊産性を兼ね備えた品種が多くなっているため、新品種の導入に当たっては、地域の先駆的有機栽培者の意見を聞いたり試作も行って検討することを勧めたい。

2) 健苗の育成と初期生育の確保

温州ミカンは40～50年の経済寿命を持つ。「三つ子の魂百まで」との諺があるように、果実が結実するまでの約3年間の苗木から幼木期の管理は重要である。温州ミカンの有機栽培では、特に初期生育期に病虫害及び雑草により大きな被害を受け、その後の生育を大きく左右するので、健苗の育成と初期生育の確保を図るため、以下の点に留意する。

(1) 健苗の育成

有機JASの規定では、原則として有機栽培で育てられた種苗からの栽培が原則になっているが、現実にはそのような苗木の販売を行っている種苗会社がない。そのため、自身が自家育苗によってそのような条件を満たす苗木を育てる有機農業者も多少はいる。しかし、大規模な新規植栽用の苗木を確保することが困難な場合や、接木から始める労力がない場合もあり、最近は種苗業者より購入した苗を利用することが一般的になっている。

苗木業者から苗を購入する場合には、品種・系統の維持やウイルス等の病害に罹病していない苗を扱い、管理を徹底している業者を選ぶように注意する。また、有機栽培圃場への植付け直後から順調な生長を図らせる観点から、例えば、苗木育成段階から有機物を多用して細根の発生を多くする条件で育てる注文を出して、成果を挙げている生産者もいる。

導入する品種・系統は早く決め発注することは当然であるが、苗木が届いたらすぐ定植ができるように準備を整えておく必要がある。また、苗が到着後直ちに定植すると、その後の順調な生育につながるが、苗を放置しておく急速に劣化するので特に注意する。

幼木を結果樹齢まで育てる場合、ミカンハモグリガやハマキムシ、アゲハチョウの加害がひどく大変である。ミカンハモグリガは新葉の中の葉緑素の部分を食害するが、その後にかいよう病を併発させ、落葉や新枝の枯死まで進む場合が多い。このため、温州ミカンで1年生苗から有機栽培を行うと生長が非常に遅くなる。

しかし、化学合成農薬を使わずにこれら病害虫に対処することは今のところ無理があり、自然にまかせた場合には結果樹齢に達するまでに幼木期間が1～2年は長くなる。そこで、有機栽培を早期に軌道に乗せるために、小面積の育苗圃を設けて苗木を仮植して集中管理し、当初は慣行栽培と同様な農薬を利用し、短期間で2～3年生の大苗を育成してから定植することが望ましい。

この方法は苗木を定植後すぐに結実させること

ができ、補植等では定植後の管理が成木と同様にできるなど好都合な点も多い。例えば、育成圃場の段階で有機栽培に不向きな苗の選別もできる。また、徒長枝を発生している特大苗や生育不良苗、病虫害被害苗などを排除して定植することにより、その後の園地での生育を良好にして有機栽培を有利に展開することができる。

(2) 初期生育の確保

定植前に園地の土壌分析を行い、土壌の特徴を把握することから始める。有機栽培者は従来、ともすれば作物の観察に基づく経験と勘に頼っていることが多いが、土壌分析を行ってみると気付かぬうちに特定の養分の過小・過多が起き、健全な樹の生育の足を引っ張っているなどの事態になっていることもある。そこで、新規植栽によって有機栽培を新たに始める際には、園地の土壌物理性をはじめ、土壌化学性の状況も把握して、健全な園地条件の整備をする機会としたい。特に、偏った養分構成になっている場合は、有機栽培で使用可能な土壌改良資材等の施用により補正をしておく必要がある。

また、苗木を植栽する植穴は早めに準備し、1カ月前までには掘り上げた土に完熟堆肥を中心にミネラルバランス等も考慮した資材も施用した植床を準備しておく必要がある。但し、当初苗木の根の周りを多肥の状態にしておくと、植物の根の伸長を抑制することがあるので留意する。なお、慣行栽培園で除草剤が連用された所に改植する場合には、植穴及び覆土に木炭や竹炭を粉にした粉炭やゼオライトを混和して植え付けると、土壌微生物が早く活性化し生育が順調になる。

定植後の幼木期の手入れは慣行栽培に準ずるが、有機栽培では除草剤が使えないので、特に幼木が草丈の高い雑草に覆われることのないように注意する。また、幼木は根が浅く未発達のため、施肥は少量ずつ回数を多く行うようにする。夏には早魃が続けば灌水も必要である。栽培初期段階の目標としては、樹勢に力強さが感じられ、徒長枝が少ない落ちついた感じの安定した樹や園地

を作ることが有機栽培成功への第一歩である。

3) 土づくり

有機栽培への切替時の土づくりと、安定期に入ってから土づくりとに分けて解説する。なお、土づくり資材に関しては、「第3部 1. 有機果樹作の基本と共通技術2.」の「3) 土づくり資材と利用上の留意点」及び「4) 有機質肥料の肥効発現と使用法」の中で解説しているので参照されたい。

(1) 有機栽培への切替時の土づくり

①改植時の土づくり

有機栽培に切り替える際に、従来の樹を皆伐して幼苗を植える場合、①当初から有機栽培を開始する方式と、②定植後2～3年間は慣行栽培で管理する方式がある。また、③2～3年間は別の畑で慣行栽培で育苗し、果実を結実させる前年または前々年に大苗で移植する方式もある。有機農産物の早期生産を図る観点から②と③の方式を選ぶ生産者が増えつつある。

また、有機栽培に切り替えようとする場合、従来の園地を皆伐することなく既成園地をそのまま有機栽培に移行する方法がある。その際も④当初からの有機栽培を開始する場合と、⑤2～3年間の土づくり期間を経て有機栽培に移行する方法がある。

i. 皆伐新植方式

皆伐して切り替える方式は、新植時の植穴の土づくりや定植等の技術は同じでよい。但し、その際には必ず土壌分析を行って土壌の状態を知った上で、最小限必要な土壌改良資材と肥料の施用を行っておく必要がある。その際例えば、有機JAS規格で許容されている貝化石、カキガラ、サンゴ等の粉末、炭、ゼオライト、ケイ酸肥料などを選択して使用する。

この場合、従来の慣行栽培園で除草剤や農薬を多投してきた園地では、その影響を早期に除去するために、木炭やゼオライトの植穴への投与を行うとよい。これにより微生物の活動が活性化され、連作障害様の生育不良が改善できるので、先駆

的な有機栽培者はこのような方法を推奨している。

また、皆伐方式では土壌流亡が起きやすいので、土壌改良と有機物の補給を兼ねて草生栽培を行うことが望ましい。この場合、草種はその狙いによっていろいろあり得るが、深根性のライ麦等を播種し、幼木と競合するようになった段階で、随時その部分を刈り敷きして、出穂期の5月に全部刈り取れば、有機物の補給にも役立つ。ライ麦は荒れ地に強く根が深く入るので、土壌深部の排水と通気性の改善及び有機物の補給の面で確実な草種である。

皆伐新植の場合、有機栽培では慣行栽培に比べ、結果樹齢に達するまでの期間が温州ミカンでは1年、中晩柑では2～3年長くなる。これはミカンハモグリガやゴマダラカミキリなど、それらの食害葉にかいよう病が多発して伸びた枝が枯れ込むためである。但し、温州ミカンはかいよう病に強いので、通常の栽培に比べ1年遅れ程度で結実が始まる。それでも幼樹期や育苗時に生育が不十分な苗では有機栽培に向かない樹勢になる場合もあるので、ある程度の予備苗は作っておく必要がある。

ii. 部分的補植方式

苗木を購入して有機栽培園地に補植する場合は、有機JASによる農産物の表示との関係で注意を要する。1年生苗（2～3年生大苗も同じ）を有機栽培園地に定植して、従来からの成樹と同一の有機栽培管理をした場合は、2年目から幼木に結実した果実に有機栽培転換期間中の表示はできる。4年目からは成木樹同様に有機栽培表示ができるが、1年苗定植後3年間位は摘果して結実させないのが一般的である。

2～3年生大苗を補植する場合も、植付後1年間は慣行栽培扱いのため、成木樹と同一の栽培を行っても、果実は結実させないか、完全に隔離して収穫果を混入させないように注意する。その後2～3年目も転換期間中として扱い、成木樹の果実と別扱いをするように徹底する。意図的に混入した場合は有機JAS法違反となり、圃場全体の生産物が有機栽培と表示できなくなるので注意

する。

iii. 大苗育苗植栽方式

幼苗の段階から有機栽培圃場へ移植しても、病虫害や雑草害の影響で生育が大幅に遅れ、後の生育にも影響が及ぶため、予め別の圃場で慣行栽培に準ずる方法で2～3年生の大苗になるまで育てておき、移植する方法である。健苗を育成し、大苗で定植した方が経済性は高い。但し、有機栽培圃場に補植する場合はJAS有機表示の関係で、前述のように補植した苗の果実は1年間は慣行栽培品、2年目、3年目は転換期間中として区別して取り扱わなければならない。また、大苗のため移植に手間がかかることと、定植後直ちに灌水をして大きめの支柱を2～3本用い、風で根元が動かないようしっかりと固定する必要がある。

iv. 既成園地を有機栽培へ転換する方式

有機JAS法によれば、果樹の場合有機栽培への取り組み始めは、有機JAS規格で使用が禁止された農薬や化学肥料を最後に使用した翌日までさかのぼることができる。そして、有機栽培を開始後初めて収穫した果実は慣行栽培（特別栽培表示も可）として流通し、2年目、3年目の果実は有機栽培転換期間中の表示入りの有機JASマークであり、4年目の果実から正式な有機農産物表示が可能となる（果実の有機JAS表示上の判断基準は「第3部 I. 3. 2) (2)」参照のこと）。

既成園から有機栽培園に転換する場合も、土壌分析の結果で土壌改良資材の種類や施用量を決めることが必要なのは、新植の場合と同様である。

化学肥料や除草剤の連用圃場で、初めて堆肥や有機質肥料を施して栽培する場合には、土壌微生物の働きが不活発なことを考慮して、窒素成分で本来の施用量基準比で初年目の投入量は1.5倍、2年目は1.2倍、3年目は1倍を目安として増施する必要がある。これは、堆肥や有機質肥料を分解する土壌微生物の種類や量が当初少なく、活動も不活発なため、肥効が順調に発現するようになるまでに2～3年かかる場合が多いためである。同様の傾向は新規開園地や大量の客土を

した場合にも当てはまることである。有機栽培では、いずれの場合も2～3年間は特に土壌の施肥管理に注意し、樹勢や葉色、病虫害の発生状況などの観察を入念に行い、対応する必要がある。

v. 特別栽培から有機栽培への移行方式

既成園を有機栽培に移行する場合の課題は、土壌微生物の圃場内での量とバランスを整えることであり、果樹園地では土づくりに最低2～3年はかかる。その間に有機栽培を実現できるレベルの高い土づくりに専念し、病虫害の発生状態をよく観察して、当分の間は病虫害の発生初期に従来使用していた化学合成農薬を使用する方式である。

土づくりを早期に実効あるものにしていくためには、良質な堆肥のみを施用することが肝要である。原料と製法にこだわった完熟堆肥を使い、化学肥料と未熟堆肥は施用しないことが肝要である。この土づくりがある程度実現すれば、病虫害は激減する。その病虫害防除は発生初期の適期に散布し、予防的使用はしない。農薬は当分の間は従来使用していた化学農薬も使い、徐々に有機栽培でも使用が許容されている農薬とマシン油を夏季に400～500倍に薄くして展着剤代わりに混用して使用すると、病気やダニ、カイガラムシ等にも効果が期待でき、有機栽培に移行しやすくなる。

柑橘類の有機栽培を成功させている事例からみると、このように段階を追って栽培し、土づくりが進んでいけば、3年位で収量や外観は慣行栽培並みで、農薬の散布回数がまず3分の1程度に減少する。また、食味も良くなり、一定段階の土づくりができたことが確認できる。このことが実感できたところで、どうしても従来の農薬を使用せざるを得なかった病虫害に対して、有機栽培で許容されている農薬の使用に留め、意を決して有機栽培に移行することが、有機栽培への円滑な転換過程のひとつのモデルと言える。

もちろん、日照、風通し、排水、剪定、摘果などあらゆる技術も動員する必要はあるが、この方式が最も失敗率が低く、経済的にも安定していると見られる。このような移行方式の長所として、年を経るにつれて果実の味が良くなることが観察され

るという。但し、このような段階的な有機栽培への切り替え方式の問題は、いつまでも特別栽培から抜け出せず、有機栽培になかなか踏み切れない人も多いことである。

(2) 安定期に入ってからのおづくり

①堆肥の利用

慣行栽培から有機栽培に移行する際、温州ミカンでは1年目か2年目に病虫害などに起因する低収や商品価値の低下を体験し、挫折することも多い。この原因の第一は土づくりができていない段階では病虫害が多発し、商品価値の低下や収量も落とすことにある。しかし、3年目まで続ければ、ほぼ有機栽培の難しさも技術も分かるようになり、4、5年目からは品質も収量も安定した有機栽培を行えるようになるという例が多い。

但し、3年目以降になっても悪戦苦闘して続けている人もいるが、その原因の大半は、堆肥の質の問題である。未熟の堆肥を大量に園地に投入すれば病虫害は増え、果実は色づきが悪く、味も期待に反して悪くなる。

このほか、堆肥の施用に当たっては以下の点に留意する。

- i. 堆肥の施用量の目安は、最初の使用量は窒素成分で慣行栽培時の施用量の1.5倍位とし、2年目は1.2倍量とし、3年目には標準量、4年目以降は2割減程度に減らすとよい。
- ii. 土づくりが順調に進み、土壌微生物が活性化してくると、窒素成分で標準量の8割程度で収量は慣行栽培並みとなり、味が良く、病虫害の発生が少なくなつて安定する。但し、着果過多になると樹勢を著しく落とし、隔年結果を助長し病虫害の増加にもつながるので注意する必要がある。
- iii. 園地の条件、堆肥の良否によって肥効のブレも大きくなりやすいので、樹勢や葉色、病虫害の発生状況や食味などを総合的に観察・判

断して最終的な堆肥の使用量を加減する。

- iv. 病虫害の発生が多かったり、食味が良くならない場合は、堆肥の質か量の問題であることが多い。温州ミカンの場合には、秋に堆肥の肥効が高まるような施用法では、雨が多い年などは食味低下の原因になるので、堆肥の質や量と施肥時期については肥効の発現終期を見極めて、リスクを低くする工夫が必要である。
- v. 施用上の留意点として、堆肥も乾燥の続く時の施用より、雨の前日などに意識して施用した方が肥効は確実に出るので配慮したい。

②草生栽培

果樹の有機栽培では土づくりの一環として草生栽培または雑草草生栽培が行われる。皆伐による改植時には麦類や牧草を播種して草生栽培を行うことはあるが、有機栽培の安定期には雑草草生栽培に移行する。そのねらいは、土壌流亡を防止し、有機物を供給し、夏季には地温の上昇を抑え、天敵の棲みかを守ることにある。草生栽培ではこれらの効能がある一方、樹と競合を起こさなため、適宜草刈りを行って、樹冠下に刈り敷きをすることにより、微生物の活動にも好影響を与えている。

しかし、園地の草生種では繊維質の多い有機物は不足するので、稲わらをはじめ、C/N比の高い有機物の園地への持ち込みが望まれる。先進的な有機栽培者の中には、禾本科の粗大有機物からは珪酸分の補給ができ、茎葉が早く硬くなるので病虫害の抑止効果があるとの指摘もあり、このような観点から道路肩や河川敷の成熟した雑草を園地に持ち込んでいる例もある。

また、柑橘類の剪定枝を裁断して園地に還元する有機栽培者は多い。但し、黒点病の多発に悩む園地では病気の増加につながる場合があるので注意する。これらは乾燥して枯れたものを使う方がよく、半年から1年間かけて堆肥化してから園地に戻せばより望ましい。

4) 施肥管理

(1) 必須元素

植物の生育に必要な栄養素は17元素である。炭素 (C)、水素 (H)、酸素 (O) は空気や水から得ているが、残りの14元素は土壌から吸収する。吸収量の大きい元素は窒素 (N)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、リン (P)、マグネシウム (Mg)、イオウ (S) である。微量ではあるが必須な元素は、塩素 (Cl)、ほう素 (B)、鉄 (Fe)、マンガン (Mn)、亜鉛 (Zn)、銅 (Cu)、モリブデン (Mo)、ニッケル (Ni) である。これらは土壌にもともと含まれている元素であるが、樹の吸収と園地外への果実などの持ち出しによって次第に減少するため、人為的な補給が必要である。特に大量に吸収する元素は施肥によって補給しないと、樹や果実の生育不良を招く。温州ミカン成木の年間養分吸収量の調査事例を、表Ⅱ-1に示した。窒素やカリウムとともにカルシウムの吸収量が非常に多く、定期的な補給が必要である。

(2) 養分消費量と施肥の寄与

温州ミカンの1年間の吸収養分量は、新器官及び旧器官の乾物増加量と各器官の平均構成成分率から概ね推定できる。樹齢別に計算した一例を表Ⅱ-2に示した。このうち樹体の成長や落葉などは畑に残る養分であるが、果実や剪定枝葉などは園地から持ち出す養分である。樹が土壌から吸収する養分には、土壌が元から持っている養分(地力)と施肥による養分の2種類がある。温州ミカンの窒素養分の研究結果では、施肥窒素よりも地力窒素の寄与が大きい。果実に取り込まれた窒素の調査事例では、地力窒素46.1%、1年間の施肥窒素17.2%、樹体貯蔵窒素36.7%であった(岩切1992)。地力窒素と貯蔵窒素の寄与率が極めて高いが、これらは耕作前から土壌に含まれていた地力窒素と耕作後の施肥窒素である。施肥窒素はその年の生育に直接働くだけでなく、地力窒素や樹体の貯蔵窒素の蓄積に寄与し、持続的な樹の生育と果実生産を支えているといえる。

施肥の目的は、果実の収穫などで園地外に持ち出す土壌養分を補給し、持続的な果実生産を

表Ⅱ-1 温州ミカン樹の年間養分吸収量 (g/樹) (岩本1970)

部 位	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	備 考
葉	192.1	17.5	92.0	413.0	落葉を含む
1年生葉	6.7	1.3	4.3	5.2	
枝幹部大(推定)	36.5	5.1	17.6	37.0	枝幹部重の10.79%
根部肥大伸長(推定)	11.1	1.5	4.5	8.2	根部重の10.79%
小 計	246.4	25.4	118.4	463.4	
比率(%)	62	46	41	79	
果 実	149.4	29.7	171.0	74.9	落果を含む
比率(%)	38	54	59	21	
合 計	395.8	55.1	289.4	538.3	
四要素の比率(Nを100)	100	14	73	147	

注: 尾張系温州(23年生)20樹について、4月～翌年2月の新器官の増加量を調査

表Ⅱ-2 樹齢別年間養分吸収量の推定 (g/樹) (中間1967)

成 分	栄養体の肥大		落 葉			果 実			推定吸収養分量		
	4～10年	10～50年	4年	10年	50年	4年	10年	50年	4年	10年	50年
N	44.0	35.0	8.0	23.0	69.0	11.0	27.0	102.0	63.0	90.0	206.0
P ₂ O ₅	6.3	5.3	0.6	1.9	4.6	2.8	6.4	24.0	9.7	14.1	33.9
K ₂ O	22.0	15.0	5.0	13.0	31.0	14.0	32.0	120.0	41.0	64.0	166.0
CaO	15.0	80.0	6.4	21.0	54.0	6.3	14.0	54.0	27.7	83.0	188.0
MgO	10.0	6.6	0.6	2.1	5.4	1.4	3.2	12.0	12.0	13.6	24.0

注1: 落葉数は総落葉数の半数と仮定

生葉1g当たり含量はN:0.009g、P₂O₅:0.0006g、K₂O:0.004g、CaO:0.007g、MgO:0.0007gで計算

注2: 果実は葉数25枚(25g)に1果(100g)で、収量は4年生7kg、10年生16kg、50年生60kg

果実含有成分量はN:0.17%、P₂O₅:0.04%、K₂O:0.2%、CaO:0.09%、MgO:0.02%で計算

注3: 栄養体の肥大は樹齢間の蓄積養分量差を樹齢差で割り年間樹体肥大養分量として計算

可能にすることにある。一般に、施肥量は土壌に元から含まれる地力養分量、施肥養分の土壌残留量と樹体吸収量、草の吸収と還元量、畑から持ち出す果実と剪定枝葉の養分量、施用肥料の肥効率などから計算する。しかし、これらの寄与率や吸収効率は、土壌の地力、温度や降雨状況、樹の成長状況、肥料の種類などによって変化する。各府県から提案されている標準施肥量は、畑内に現在保持している養分を維持するという考えで、畑から持ち出す目標収量の果実と剪定枝葉に含まれる養分を最低補給量とし、各産地の土壌や気象を配慮して決められている。施肥設計の一例として、和歌山県の年内出荷型早生・中生温州、静岡県の貯蔵型普通温州の基準施肥量を、表Ⅱ－３に示した。これらを参考にしながら、園地の条件や気象変化を見極め、過去の経験を踏まえて、究極的には樹や果実の反応を見て施肥量を判断するしかない。全国的な葉分析による栄養診断事業によって明らかにされた葉中成分含量による診断基準を、表Ⅱ－４に、温州ミカンの土壌診断基準（和歌山県）を表Ⅱ－５に示した。

有機栽培では、有機肥料や堆肥の施用で地力を高める管理が行われる。しかし、地力が高い状態で有機質肥料を毎年施用すると、吸収利用される以上に土壌に養分が蓄積する。このために樹が軟弱に生育し、病気や虫の被害を受けやすくなり、果実品質も低下する事例が見られる。そのような場合は施肥の中止を検討する必要がある。

表Ⅱ－３ 温州ミカン施肥基準の一例（和歌山県 2000、静岡県 2009）

園地区分	堆肥施用 (t/10a)	成分量(kg/10a)			分施肥率(%)		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	春肥	夏肥	秋肥
高地力園	1 以上	8	4	5			100
中地力園	1 以上	16	8	10	40		60
低地力園	1 以上	20	10	12	40		60
極低地力園	1 以上	24	12	15	30	20	50

注：和歌山県の年内出荷型の早生・中生温州で、褐色森林土、赤黄色土を対象に設定

土壌		施肥時期	成分量(kg/10a)		
			N	P ₂ O ₅	K ₂ O
普通土壌 (赤黄色土)	春肥	3月下旬	8	4	5
	夏肥	6月中～下旬	12	4	12
	秋肥	11月上旬	10	4	7
	合 計		30	12	24
肥沃土 (黒ボク土)	春肥	3月下旬	4	4	3
	夏肥	6月中～下旬	12	4	12
	秋肥	11月上旬	6	4	3
	合 計		22	12	18

注：静岡県の貯蔵出荷型普通温州を対象に設定

表Ⅱ－４ 温州ミカン樹の葉分析による栄養診断基準（和歌山県 2011）

成分名	欠乏	少ない	適正	多い	過剰
N (%)	2.30以下	2.31～2.70	2.71～3.20	3.21～3.80	3.81以上
P (%)	0.07以下	0.08～0.14	0.15～0.18	0.19以上	
K (%)	0.70以下	0.71～0.99	1.00～1.60	1.61～1.79	1.80以上
Ca (%)		2.00以下	2.01～4.50	4.51以上	
Mg (%)	0.10以下	0.11～0.29	0.30～0.60	0.61以上	

注：8月下旬に不着果枝の春葉を分析

表Ⅱ－５ 温州ミカン園の土壌診断基準（農林水産省果樹試験場 1985）

土層	診断項目	土壌区分		
		I	II	III
	主要根群域(cm)	30	30	40
	根域 (cm)	60	60	80
全域	土壌ち密度(mm)	20以下	20以下	20以下
	pH	5.5～6.5	5.5～6.5	5.5～6.5
主要 根群域	粗孔隙(%)	15以上	15以上	15以上
	腐植(%)	2以上	—	1以上
	陽イオン交換容量(me/100g)	15以上	15以上	15以上
	塩基飽和度(%)	50～80	40～60	60～80
	有効態リン酸(mg/100g)	20以上	5以上	20以上
	交換性Ca(mg/100g)	150以上	150以上	150以上
	交換性Mg(mg/100g)	25以上	25以上	25以上
	Ca/Mg 比(当量比)	4～8	5～9	4～8
	Mg/K 比(当量比)	2～6	2～6	2～6

注：土壌区分Ⅰは褐色森林土・赤黄色土等、Ⅱは黒ボク土、Ⅲは砂丘未熟土等

（３）施肥時期と転流

新梢と果実への養分吸収量の月別割合を、表Ⅱ－６に示した。施肥は施用する時期によって春肥、夏肥、秋肥に区分される。秋肥は10～11月に施用され、樹体の回復、冬季の耐寒性と花芽分化、発芽、開花、新梢伸長と充実に働く。春肥は3～4月に施用され、新梢の充実、果実の成長、貯蔵養分の蓄積に使われる。夏肥は5～6月に施用され、主に果実の成長と貯蔵養分の蓄積に使われる（図Ⅱ－８）。

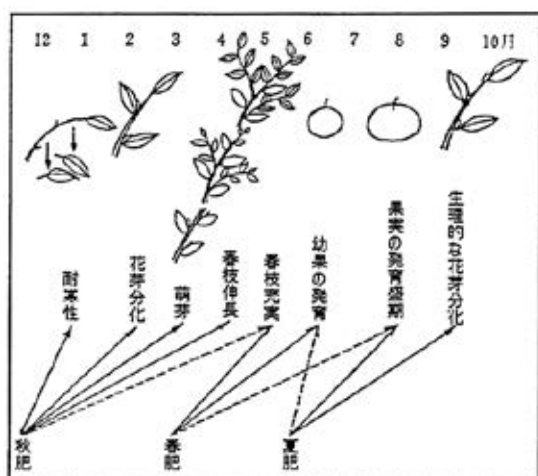
表Ⅱ－6 温州ミカンの月別の養分吸収割合（％）（岩本 1970）

月	1年生枝と葉				果 実				合計(地上部)			
	N	P	K	Ca	N	P	K	Ca	N	P	K	Ca
4	0.9	9.8	2.0	0.9					0.5	3.6	0.7	0.8
5	61.3	80.5	104.5	28.0	7.1	5.6	3.7	2.8	37.9	35.7	40.2	24.2
6	26.4	12.3	10.8	20.2	17.5	18.1	15.2	5.4	22.5	16.7	13.5	17.9
7	16.7	-2.4	12.3	20.0	26.4	14.1	20.3	23.7	20.9	7.4	17.4	20.6
8	4.0	7.3	1.3	11.5	18.4	15.2	18.4	28.7	10.2	11.9	11.8	14.0
9	-1.7	0.0	-18.8	4.7	13.0	11.2	11.5	27.2	4.6	6.5	0.6	8.1
10	2.6	-6.1	-6.2	5.0	13.9	12.9	12.6	16.9	7.5	5.0	5.7	6.9
11	0.3	4.9	2.4	5.7	3.6	22.8	18.3	-4.6	1.7	15.5	12.5	4.2
12～1	-10.3	-6.1	-7.3	4.0					-5.7	-2.3	-2.6	3.3

注：根の貯蔵養分が地上部に移行したものの吸収量に含む。

表Ⅱ－7 温州ミカン樹の各時期別窒素の吸収率（％）（井田ら 1982）

		秋肥	春肥	夏肥
解体樹の 各器官	前年度の果実	0.5	0.0	0.0
	果実	8.3	4.6	8.9
	葉	10.6	6.5	13.2
	枝	5.6	3.3	5.3
	根	7.6	3.3	8.1
小計		32.1	17.7	35.5
離脱物・摘除物		11.3	6.1	3.5
ミカン樹体 計		43.9	23.8	39.0
刈り取った草の茎葉		11.6	14.5	13.1
合 計		55.5	38.3	52.1



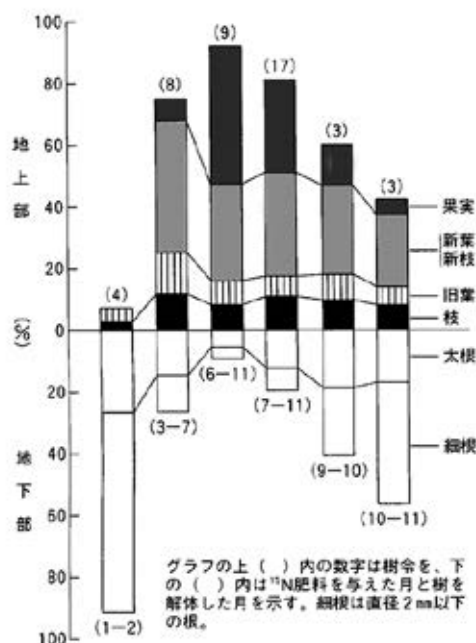
図Ⅱ－8 各時期の施肥とその利用先
（村松 原図）（高辻 1987）

このように各時期の施肥は温州ミカンの生育ステージに対応しており、施肥したその時期に吸収されなければ役割を果たすことができない。隔年結果の防止には秋肥の役割が大きく、完熟ミカンや貯蔵ミカンの生産には夏肥の追加が必要である。

施肥の中で窒素は最も重要な成分である。施肥窒素の樹体への吸収率は夏肥 $\geq$ 秋肥 $>$ 春肥で、地温が高く降雨の多い夏肥の肥効が高く、春

肥は土壤残留や溶脱、草による吸収が多く肥効が最も低い。調査事例を表Ⅱ－7に示した。施肥窒素の土壤からの溶脱量は6年間で平均38.5%という報告がある（岩本、1970）。これを事例に当てはめると土壤残留窒素は6～23.2%となる。溶脱や吸収は土性や降雨状況、温度、樹や草の生育状況によって大きく異なるため、この数値はあくまで参考程度である。

時期別吸収窒素の転流先を同位体窒素 ^{15}N を使った調査例でみると（図Ⅱ－9）、3～7月に吸収した窒素のほとんどは地上部に転流し、3月は主に新梢に、6～7月は新梢と共に果実への転流が増加する。一方、9～10月に吸収した窒素は地上部と共に根部にも分布し、1月に吸収した窒素は地上部には移行せずほとんどが根にとどまっている。カラタチ台木の吸水や吸肥能力は、地温が12度付近を境に盛んになったり衰えたりする（間苧谷ら1976、中原ら1985）。このため、収穫前の秋肥は施用時期が遅れて地温が下がると秋期に吸収できず、地温が上昇する3月下旬以降に吸収され、結果として春肥と同じ肥効になってしまう（図Ⅱ－10）。当然、降雨による流亡も多い。

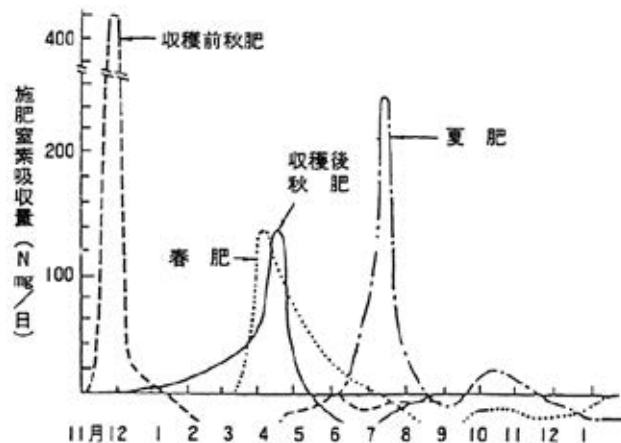


図Ⅱ－９ 時期別吸収窒素 ^{15}N の各器官への転流比率 (加藤 1982)

(4) 窒素栄養と果実の品質

九州地域の年間窒素施肥量の標準値 (22kg) を基準に、窒素施肥量を変えて長期継続試験を行い、収量や果実品質への影響を調査した結果を、図Ⅱ－11 に示した (農林水産省指定試験、長崎県果樹試験場)。標準より少ない施肥量では収量が低下し、逆に標準より増やしても収量は頭打ちとなる。糖度や着色は標準～標準の2/3量で最も優れ、多すぎても少なすぎても果実の品質は低下する。浮皮は施肥量が多いほど多発し、遊離酸含量は施肥量が少ないほど高い。以上の結果から、標準～やや少なめの窒素施肥量で最も果実の品質が優れることが分かる。

時期別の窒素養分吸収量は、通常、新梢や果実、根が急速に成長する5～8月に最も多く、9月以降は減少する。しかし、着果量が少なく樹体や土壌の窒素栄養が豊富な場合には夏秋梢が発生しやすく、9～10月でも降雨が

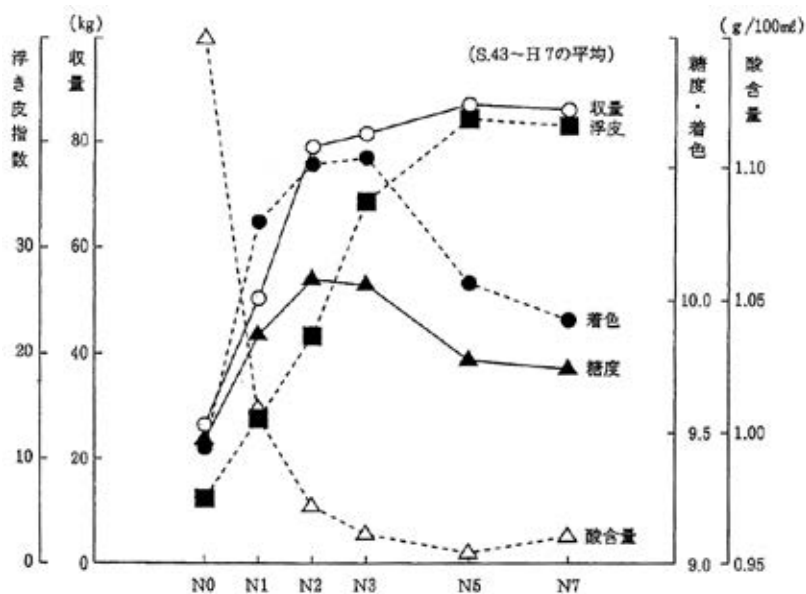


図Ⅱ－10 温州ミカン成木樹の葉部における ^{15}N 吸収速度曲線 (中原ら 1985)

注：施肥窒素 (^{15}N) 吸収量：プラス側は葉部への吸収、マイナス側は葉部から他器官への転流を示す

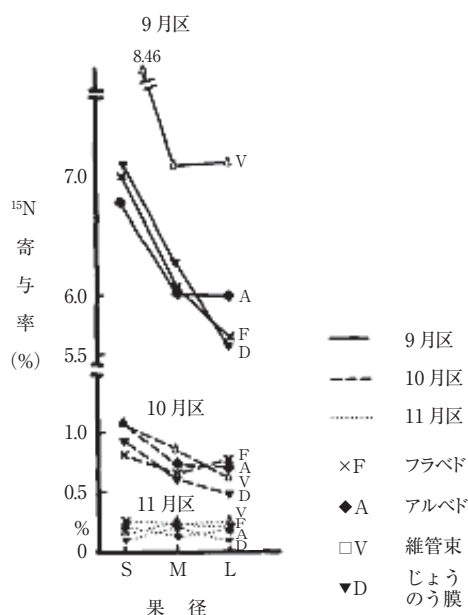
あると窒素養分を吸収する。9月に吸収した窒素は果実にも転流し、着色遅延や果皮の肥厚、糖度低下などを引き起こし果実品質に悪影響を及ぼす (図Ⅱ－11)。

また、9～10月の窒素養分の吸収は浮皮の発生も助長する (図Ⅱ－12、表Ⅱ－8)。従って、秋肥は果実品質に影響を及ぼさない10月下旬以降で、かつ、地温が12度以下に下がる前に施用するのが適当である。有機質肥料では分解して肥



図Ⅱ－11 施肥窒素が果実の収量と品質に及ぼす影響 (高辻ら 1987)

注：年間窒素施用量 N0:0kg、N1:N3×1/3、N2:N3×2/3、N3:標準22kg、N4:N3×5/3、N7:N3×7/3



図Ⅱ-12 秋肥の施用時期、果径と組織別 ^{15}N 寄与率 (岩切 1992)

効が始まるまでの期間は原料によって異なる。肥効の遅い原料では、もう少し早い時期から施用する必要がある。

慣行栽培の場合は果実品質に影響しやすいのは夏肥で、施用した窒素養分は8月までにすべて樹体に吸収させてしまう必要がある。有機栽培ではこの制御が困難であり、9～10月の降雨を遮断して窒素養分の可溶化を抑えるか、あるいは着果負担を重くして9月以降に樹体が栄養生長に傾くのを防ぐしか方法はないとみられる。地力窒素を少なく維持すれば、窒素の遅効きによる果実の品質低下を心配しなくても良いが、樹勢低下による隔年結果の増大と、ゴマダラカミキリやナガタムシによる樹の枯死が大きな問題になってくる。

ところで、草生栽培の場合、草が吸収した土壌養分は枯死後分解して土壌に戻るが、短期的には、草による養分吸収や放出が樹の生育に影響を与える。柑橘園で良く利用されているナギナタガヤの場合、8～10月に発芽し、草高10cm程度で越冬し、3～4月に急速に成長して草高60～70cmに達し、5月下旬～6月に倒伏枯死して地面を覆う。早春から旺盛に生育するため、ミカン樹よりも早期に窒素を吸収し、3月中旬に施用した春肥窒素の吸収量はミカン樹の約2倍と報告されている

表Ⅱ-8 秋肥施用時期と浮皮発生度 (岩切 1992)

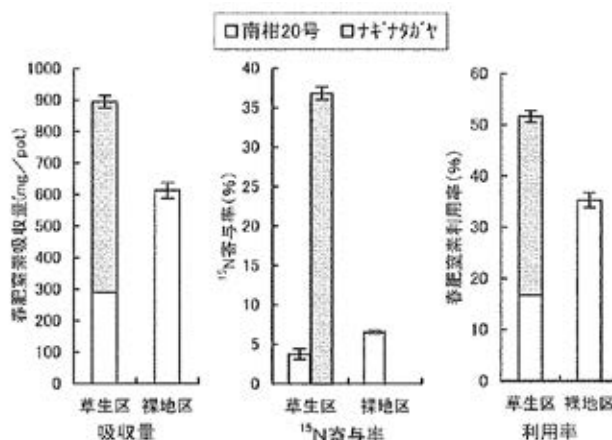
処理	樹間	個数				浮皮指数	処理平均
		無	軽	中	甚		
9月区	1	4	42	43	16	44.2	57.0
	2	2	5	29	20	66.6	
	3	2	22	27	7	44.1	
	4	0	5	18	21	72.7	
10月区	1	10	50	40	18	40.7	45.1
	2	1	19	26	7	46.4	
	3	1	29	28	8	42.6	
	4	4	24	37	17	50.7	
11月区	1	28	43	36	17	35.3	35.6
	2	6	43	36	17	42.9	
	3	13	26	14	2	24.9	
	4	4	27	12	10	39.1	

波皮指数：無0、軽1、中4、甚7として、

$$\frac{(n_2 + 4n_3 + 7n_4)}{7(n_1 + n_2 + n_3 + n_4)} \times 100$$

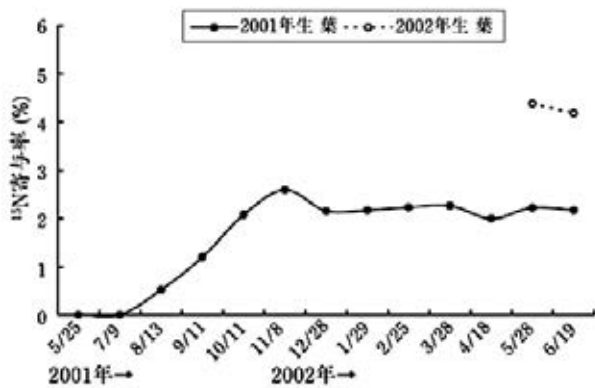
n_1 は無の数、…… n_4 は甚の数。

(図Ⅱ-13)。このため、草生区ではミカン新葉の乾物重の減少及び全窒素含量の低下が認められている。枯死ナギナタガヤ由来窒素の動態を ^{15}N 標識により追跡した結果では、放出無機態窒素のミカン樹による吸収は7月中旬頃から11月まで続く(図Ⅱ-14)。吸収された窒素は細根、新梢、果実に移行するがその量はごく僅かで、果実の品質への影響はほとんどないという報告が多い。ナギナタガヤの草生によって土壌からの養分流亡が防止され地力として蓄積されることは、窒素だけではなくリン酸でも認められている(静岡県)。長期



図Ⅱ-13 ナギナタガヤ草生区と裸地区の春肥窒素吸収量・利用率及び ^{15}N 寄与率 (石川ら 2008)

注：誤差線は標準誤差を示す (ポット植ミカン樹 n=3)



図Ⅱ－14 ミカン樹「愛媛中生」の葉における枯死ナギナタガヤ由来窒素の¹⁵N寄与率の推移（石川ら 2008）

注：¹⁵N 標識ナギナタガヤを 2001 年 5 月 25 日施用

的には地力増進で施肥削減が可能になるが、養分蓄積が認められるまでは通常の施肥が必要である。

5) 園地の選択と整備

有機栽培を困難にする最大の原因は病虫害の多発である。温州ミカンで最も防除が難しい病害虫はそうか病であるが、そうか病克服のための対応策の第1は良好な園地を選択すること、第2に園地の自然環境条件を良好に保つことである。

(1) 園地の選択

温州ミカンは地下水位が高かったり地表水が停滞する園地では樹の健全な生育が困難で、病害虫が多発するので、特に水田転作や平坦地では注意する。仮に平坦地で有機栽培を行う場合には、植栽間隔を広げて樹間に排水路（作業道兼用で可）を設け、高畝栽培（20～50cm高）にすれば条件は整う。また、樹間及び側枝間の間隔を広めにとり、風通しを良くすることも重要である。これらは有機栽培でしばしば問題となるそうか病や黒点病、カイガラムシなどの病害虫対策のためであり、良質な果実を得る条件でもある。

また、温州ミカンでは園地の耕土の深さと味とは反比例すると言われる。味を重視する温州ミカンの耕土は、地形条件などにもよるが浅め（30～50cm程度）の方が良果が生産されており、銘柄

産地の多くは耕土の浅い排水条件の良い傾斜地に分布している。極端な旱魃時の灌水が可能な条件があれば水分コントロールによる味のよい有機ミカンの栽培も可能である。

そうか病の発病に係わる条件は、降雨量の多寡の他に水滴の葉への滞留時間や、葉擦れなどの傷が原因で発生するため強風の程度などである。よって、風通しが良く、強風が当たりにくい園地を選べば有機栽培の成功率も高まる。一般的には慣行栽培も共通であるが、日当たりの良い南から南西に面した園地が良いということになる。

しかし、園地の条件は千差万別で、現実には一長一短があるので、有機栽培へ誘導する観点から、園地の短所を克服する対応策を以下に示す。

- i. 日当たりや風通しなどの条件が多少悪くても、化学肥料や未熟堆肥を一切使わず、良質の完熟堆肥だけで栽培し続ければ、2～3年で農薬の散布回数は3分の1程度に減らせる。
- ii. まわりの防風林の整理や樹の剪定で側枝間の間隔を広げれば、作業性の改善と共に、日当たりや風通しの悪さは改善できる。
- iii. 難防除病害虫の観察を徹底し、適期に有機JAS許容農薬で防除する。
- iv. 日照不足などの悪い条件の園地では、光合成を促進させる天然資材等の散布で樹勢の回復を図り、病害虫被害も軽減している例が複数ある（天然資材は海水、天恵緑汁、米酢、木酢、竹酢等であり、効果との因果関係は明らかでないが、永年にわたり活用して成果を上げている）。

(2) 園地の整備

有機栽培を成功させるためには、園地は以下のような点に留意して整備する必要がある。

- ①皆伐して全面改植を行う場合は悪い点を修正する好機であり、以下の点に留意して整備を行う。
 - i. 園内道や作業道の整備と並行して排水対策を徹底する。
 - ii. 平坦地にある園地では高畝栽培等に改善す

ると、排水条件が良くなると同時に日当たり、風通しが良くなる。

iii. 強風防止対策として、計画的に防風林、防風網を配備する。

iv. 植栽距離を慣行栽培よりも広くとる。

②既存園は有機栽培での問題を解消するため、以下のような点に留意して条件整備を行う。

i. 間伐または大幅な縮伐を行う。密植状態では日当たり、風通しが悪く、病虫害発生の温床になりやすい。

ii. 園地内に排水不良のところや気流の滞留するところがないか点検して改善する。

iii. 防風林及び周囲の樹木の整理を行い日当たり、風通しを良くする。

iv. 徒長枝の排除や日当たり、風通しを良くするため、整枝・剪定を計画的に行う。

6) 植栽と整枝・剪定

植栽の仕方や整枝・剪定は基本的には慣行栽培の場合と同様であるが、有機栽培を円滑に行っていくためには、きめの細かい心がまえと作業が必要になる。

(1) 植栽密度と植付け時の留意点

樹間距離は慣行栽培の場合よりさらに1m広くとることが望ましい。これは、一般に有機栽培の方が草刈り作業等集約的な管理作業が多くなるので、作業性の向上を図るということのほかに、通風条件を良くし日当たりを良くすることが、病虫害

の抑制につながるからである。土地の条件や面積的な余裕がない場合でも20～30cm広めにとって定植しておくことが望ましい。

望ましい植栽密度は園地の条件によって異なり、平坦地では図Ⅱ-15の(A)、階段畑では(B)、傾斜度15度以内のSS導入園地では(C)のようになる。しかし、現実には品種・系統や園地の作土深など土壌条件によっても適宜加減する。

結実開始後は間伐の時期が遅くならないよう注意し、有機栽培では早めに間伐を行って、作業性を高めると共に日照や風通しが良くなるように管理する必要がある。間伐が遅れると樹勢の低下や環境条件の悪化により、病虫害の発生や隔年結果を助長するためである。

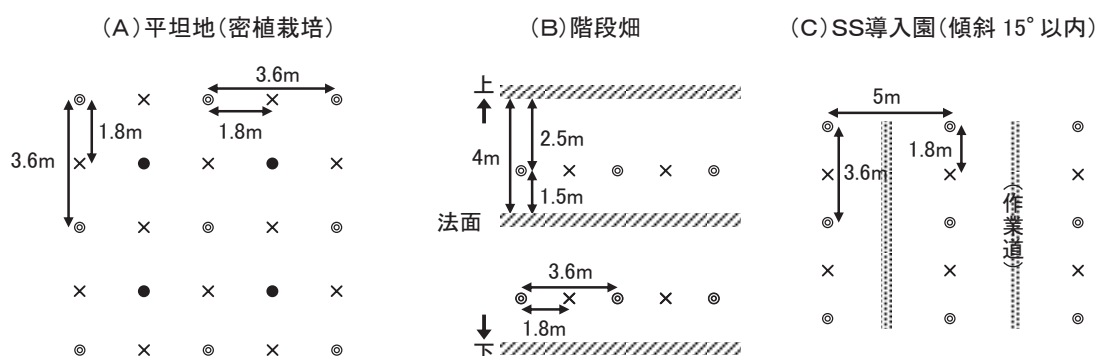
植栽時の留意事項を示せば以下の通りである。

i. 1年生苗を定植する増え穴の幅は50～60cm、深さは30～50cm程度とする。

ii. 購入苗の地上部は接木部分より30～35cm上で切って植栽する。この位置が主枝の分岐位置を決め、樹高とも関係してくる。

iii. 地下部は水洗し、土を完全に落とした状態で、根のからみ合いをほぐして、なるべく放射状になるように整理しながら定植する。根の交差や曲がりが多い場合は剪除して植え、新根を出させた方がその後の順調な生育につながる。

iv. 深植えはしないように注意する。植付1年後の土が落ちついた段階で、畑の平均面より10～15cm程度苗の接木位置が上がる状態が適当である。深植えにすると成木になって樹勢が落



図Ⅱ-15 望ましい温州ミカンの植栽密度

凡例 ×：新植後6～8年程度で間伐 ●：新植後15年程度で間伐 ◎成木段階で残す樹

ちたり、接いだ品種から自根が出で生育不良となったり、徒長樹枝が増え樹が暴れた状態になる。自根の発生は切接苗に多いので、苗の状態を良く見て接木部が地表下に入らないように注意する。

- v. 植え終えたら、苗木の根と土が密着するように、十分な灌水をした方がよい。
- vi. 堆肥だけで育てる場合でも肥料切れを起こさないようにこまめに分施して、雑草に負けないように管理する。

(2) 整枝・剪定

日照、風通しが病虫害の発生を左右するので、整枝・剪定を適切に行うことが管理の基本になる。

但し、あまり急激に樹型を作ろうとして強剪定を行うと、樹勢が乱れて夏秋梢の発生が多くなり、病虫害が多発しやすくなるので留意する。また、急成長させて徒長枝を出さないように留意し、徒長枝が出た場合には剪除し、樹の拡大には利用しない。秋枝（晩秋枝）の未熟枝も剪除する。

高接更新はあまり勧められないが、止むを得ず行う場合には若齡樹（20年生以下）で行い、高接した後の管理を丁寧に行い、できるだけ枝を徒長させないように樹勢を維持する。高接方式では徒長枝が出やすいが、できるだけ節間が短く充実した枝を使って、主枝や亜主枝などの骨格を形成するように配慮する。

整枝・剪定法は基本的には慣行栽培と同様である。しかし、病虫害発生時に化学合成農薬が使用できない有機栽培で、特に留意しておきたい留意点は以下の通りである。

- i. 温州ミカンの健全な樹を作るには、日照、風

通しを良くしておくことが必要であり、このため栽植距離は広めにとる。また、風通しを良くするため樹間や側枝間の間隔が広めになるような剪定を行う。

- ii. 多くの園地で1本の樹の中にも病虫害に弱い部分や枝があるが、それらは徒長枝由来であることが多い。そこで、徒長枝またはそれに由来する枝の剪定は以下のような方針で、年数をかけて病弱枝を排除し、樹、ひいては園全体を有機栽培に適した園地に改造していく。

- 気付いた時にはすぐに剪除する。
- 当面他の枝に悪影響がなければ、1～2年結実させた後で剪除する。
- 枝が大きく、他への影響が大きい枝の場合には、枝を少しずつ剪除して縮小化を図り5～6年かけて基部から剪除する。
- 夏枝や秋枝などを枝の途中で切るとさらに強い枝が出やすいので、長い枝を切る場合は節の直上で切るか、基部から全枝を切って取り除く。

- iii. 有機栽培では枯枝、病葉枝の剪除も大切な作業である。温州ミカンの難病であるそうか病の病葉枝の剪除、黒点病の巣である枯枝の除去は、最も確実に効果的な病虫害防除法である。

また、熊本県の先駆的な柑橘類の有機栽培農家T氏は、柑橘類の有機栽培では樹勢が弱いこともあり、しばしば徒長枝を利用して樹冠の形成を行ってきていることが、結果として有機栽培を困難な状態に追い込んでいることを、自家での体験と多くの有機栽培農家の園地観察から感得したとしている。その内容を参考技術情報として以下に示した。

(参考技術情報)

◆有機栽培の剪定における徒長枝の扱い方（熊本県T氏の観察と体験から）

柑橘の成木をよく観察すると、「枝」には良果が多数結実している枝と疎らにしか結実していない枝がある。また、病虫害の出やすい枝と、ほとんど出ていない枝がある。

自家の園地ばかりでなく、多くの有機栽培園地を永年にわたり観察し続けてきた結果、疎らにしか結実しない枝と病虫害に弱い枝は一致する傾向のあることが観察された。また、毎年良果が多数結実している枝は病虫害が少ない枝であるほか、その枝の果実は味が良く、味の揃いも良い傾向があることが観察された。

また、病害虫に弱い枝はノコギリで切ったり剪定鋏で切った際にやわらかいことを実感しており、病害虫に罹ることが少なく毎年良果が多数成る枝は硬いことを実感している。

病害虫に弱い枝を元の発生地点まで辿ると、ほとんどが徒長的に伸長した枝であるため、成木園での整枝・剪定に当たっては、病害虫に弱い元徒長枝由来の枝を剪除するようにしている。但し、個々の樹で徒長枝由来の枝の占める割合は違うし、一挙に剪除すると悪影響もあるので、5～6年かけて徐々に剪定によってこれらの枝を排除し、園全体で良果が毎年成り、病害虫の発生しない園になるように揃えるようにしている。

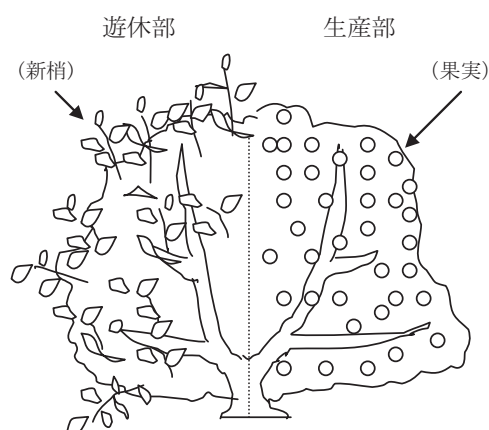
幼木の段階から徒長枝に頼らない整枝・剪定や、もっと遡って幼木や穂木の選び方まで、より良い選択を行えるような技術が確立できれば、柑橘類に限らず有機果樹作がもっと容易に行える道が開けると思われるので、今後の研究開発を期待したい。

(3) 有機栽培で蘇る隔年交互結実法

1990年代以降、愛媛県立果樹試験場岩城分場等で研究されてきた主幹別交互結実と、その延長線上の園地別交互結実法が、ねらいを変えて有機栽培技術として活用されている例がある。当初、隔年結果防止技術として開発された2つの技術であるが、温州ミカンの有機栽培で最も問題となる、そうか病やカイガラムシ類の物理的防除技術として大きな役割を發揮している。

主幹別交互結実法は樹冠の半分を主枝、垂主枝、側枝級までほぼ全枝葉を剪除して樹の半分を裸にし（遊休部分）、他の半分は全く剪定をしないで、基本的には摘果を行うことなく全部結実させる（生産部分）方法である（図Ⅱ－16）。次の年はこの逆で、生産部分の枝葉を剪除し、新梢を出させて遊休部分とし、前年の遊休部分に結実させる方式である（隔年結果防止及び省力化技術の視点から「7）結実の確保と品質向上」の項でも取り上げているので併せて参照されたい）。

一方、園地別交互結実法は、園地単位で全面



図Ⅱ－16 主幹別交互結実法概念（中川ら2003）

的に剪除して遊休園とする園地と、結果園とに分け、毎年の生産量をほぼ均等にして、経営全体としては隔年結果を無くす方法である。この方法の方が遊休年の栽培管理を顕著に少なくできるので、大規模経営により向いた技術と言える。

ここでは、園地の一部で試行的に行ってみることも可能と考えられる主幹別交互結実法について、数年間実践して成果を挙げている有機栽培農家の知見を参考技術情報として以下に示した。

（参考技術情報）

◆隔年交互結実方式を有機栽培技術として活用 愛媛県八幡浜市菊池農園の例

1. 隔年交互結実方式のメリット

温州ミカンの全園で隔年交互結実方式を6年前から導入しているが、以下のような利点がある。

- ・ 隔年結果防止と病害虫抑制（特に、そうか病とカイガラムシ類）を兼ねた技術であり、慣行栽培並みの単収と高品質のミカン生産を実現している。剪定は1～3月に行うが、異常寒波により開花量が大幅に減っても、5月の段階で剪定枝の量を調節することにより結実量が調節でき、収穫量の安定につながる。
- ・ 整枝・剪定が容易で、また原則として摘果を行う必要がないので省力化が図れる。また、結実しない枝を作っておくと自然に翌年は成るようになる。夏は除草以外園地に入る必要がなく省力化が図れる。

- ・果実の品質面では、大玉、小玉が減り中間階級の玉が多くなる、糖酸バランスがよくなり食味がよい、浮き皮が少なく、じょうのうが薄いなどが観察される。

2. 隔年交互結実方式を導入する場合の留意点

- ・柑橘類のうち不知火、はるかなど樹勢の強い中晩柑では、徒長枝が多く、樹体のコントロールが難しいので適用できない。
- ・樹の仕立て方は慣行栽培と同様でよいが、樹齢が6、7年生以上にならないと、結実量が半減してしまうこと及び小樹の段階で半分に偏った結実をさせると樹が倒伏したり樹が折れたりするので注意する。

7) 結実の確保と品質向上

(1) 摘果による隔年結果防止と品質向上

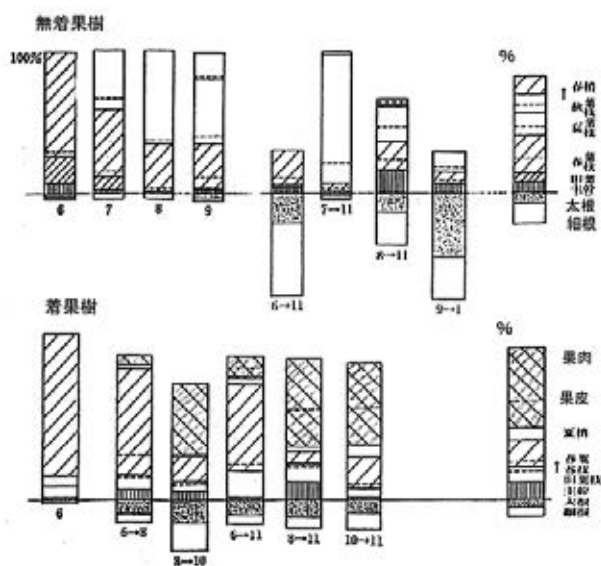
温州ミカンは隔年結果を起こしやすい。その大きな原因は春～初夏の新生器官の成長が前年からの貯蔵養分によって賄われることにある。炭水化物栄養の貯蔵形態がデンプンであり、窒素栄養の貯蔵形態がタンパクである。これらが過不足なく(樹体に蓄積され、着花量と新梢発生量のバランスがとれていれば、隔年結果は起こらない。特に、着花量は樹体の貯蔵デンプン含量と正の相関があり、貯蔵デンプン含量は前年の収量と負の相関がある。着果負担の大きい樹では、光合成産物である炭水化物(糖やデンプン)は果実に優先して転流するのに対し、無着果樹では地下部に転流し貯蔵される(図Ⅱ-17)。摘果による着果負担

の軽減が、隔年結果防止に非常に重要なことが分かる。摘果は早期に実施した方が翌年の着花が多くなり、隔年結果防止効果は大きい。しかし、着果負担が軽いと樹が栄養生長に傾き、大玉で糖度の低い果実になりやすく、夏秋梢が発生しやすい。近年、秋期の温暖化で10月以降に果実が肥大する傾向にあり、早期一発摘果は危険である。樹の状態と天候を見ながら7～9月まで随時摘果を行い、10月～収穫期に樹上選果で高品質な商品に仕上げる。

裏年で着果が少ない樹では夏秋期の摘果は行わず、収穫前の樹上選果のみにする。逆に、隔年結果がひどく着果過多で衰弱している樹では、樹冠上部1/3～1/2を思い切ってすべて摘果し、樹勢回復と隔年結果の是正を行う(高木 2004)。樹冠上部摘果法は摘果作業が単純化されることで作業効率が高くなり、雇用労力でも対応できるメリットがある。

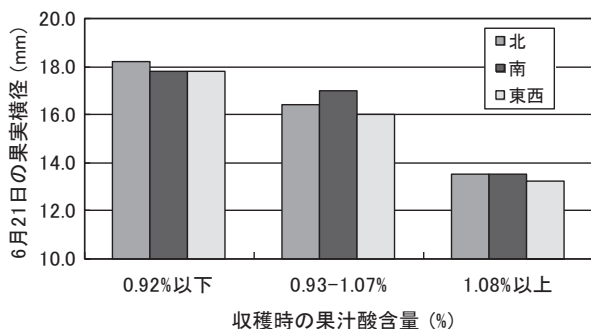
温州ミカンでは樹冠内の果実による品質変動が非常に大きい。摘果は品質の悪い果実の摘果で品質のばらつきを少なくし、収穫果の品質を向上させる。6月下旬時点で小玉の果実は生育が遅れており、収穫期の酸含量は高い傾向にある(図Ⅱ-18)。着果位置や角度による糖酸含量の違いを図Ⅱ-19に模式的に示した。

摘果には順序があり、果実品質の劣る裾なり果や懷部の果実は早期に優先して摘果し、樹冠上部や外周部は残して着果負担をかけながら、小玉果や傷果、図示した品質の悪い果実を8～9月に摘果する。軸の太い天成果は、夏秋梢が発生しない10月中旬以降に果梗枝ごと剪除する。最後に、収穫前の樹上選果を行う。

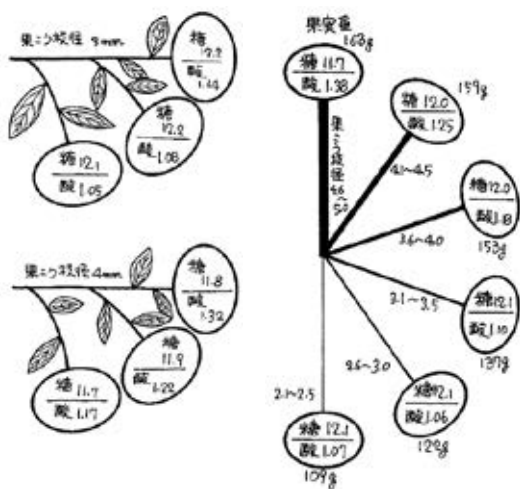


図Ⅱ-17 着果樹と無着果樹の夏秋期光合成産物の動向 (久保田ら 1972)

注：図中の数字は¹⁴Cを処理した月と樹を解体した月を表す



図Ⅱ－18 6月下旬の果径と収穫時酸含量との関係
(岩垣ら 1979)

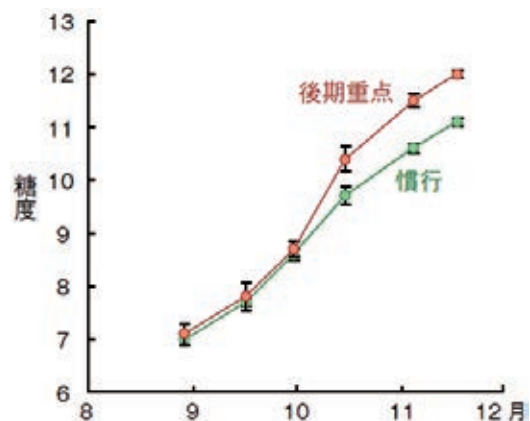


図Ⅱ－19 果梗枝の太さや着果角度と果実品質
(岸野 1990)

(2) 後期重点摘果法による品質向上

近年、秋期の温暖化によって果実の後期肥大、浮皮や水腐れの発生などに悩まされる年が多くなっており、「後期重点摘果法」(井上2003)が注目されている。隔年結果是正と高品質果実生産の両立を目指す結実管理法であり、適正な養水分管理と弱い剪定による着葉数の多い健全な樹づくりがセットである。旧葉を落とさないように無剪定で越冬させ、5月頃に着花と新梢発生状況を確認し、樹の状況に合わせて被さり枝や強い立ち枝の除去など軽い剪定と、必要に応じて有葉花摘蕾を行う。着果量が多すぎる場合のみ7～8月に軽い粗摘果を行い、9月まで重めの着果負担をかける。着果負担によって葉の光合成能力が高まる。

果皮が滑らかになる頃が摘果開始の目安で、早生では9月上中旬頃、普通では9月下旬頃から摘果を始める。品質が劣るとされる果実は全て



図Ⅱ－20 後期重点摘果法による糖度の上昇
(井上2003)

注：宮川早生、葉果比は両区とも最終25枚/果

摘果し、いいものだけを残す。9月に一気に着果負担を解除することで、10月頃から糖度が上昇する(図Ⅱ-20)。同時に、余剰分が樹体養分として蓄積され隔年結果が是正される。

(3) 隔年交互結実法による省力化

慣行の摘果法や後期重点摘果法では、樹や果実の状態から摘果程度や部位、残す果実を判断し、樹毎にきめ細かな管理が必要である。しかし、知識と経験、労力が必要であり、高齢化と労力不足が進むなかで実行が難しい経営体が増えている。また、雇用労力で賄う大規模経営では、誰でもできるもっと簡単で省力的な結実管理法が求められていた。そこで考案されたのが隔年交互結実法である(宮田ら1990)。

これは、隔年結果性の強い温州ミカンの特性を逆に利用して、生産年と遊休年を交互に繰り返す方法である。生産年はほぼ無摘果で群状結実させる。必要に応じて5月に夏枝の切返し剪定を行い葉数を確保する。遊休年は春(3月)に強い切返し剪定を行って多くの新梢(結果母枝)を出させ、結実させない。必要に応じて7月の夏期剪定で夏枝を発生させる。これを交互に繰り返す。

この方法には、生産部と遊休部を園地単位で作る園地別隔年交互結実法と、同じ園地で樹の半分(主幹別)単位で作る半樹別隔年交互結実法がある。いずれも、経営全体としては連年安定



生産部の結実状況



遊休部の新梢発生状況

写真Ⅱ－２ 半樹別隔年交互結実法の実施園（愛媛県八幡浜市・菊池農園）

生産が可能になる。半樹よりも小さい単位では、生産年と遊休年の人為操作が困難で計画通りにならない。刈込鋏を使った刈込み剪定は、遊休年の剪定作業を省力化すると共に多数の新梢が発生しやすいとされている（中川ら 2003）。

隔年交互結実で重要なことは、遊休年に丈夫な新梢を多数発生させることである。結果枝に無摘果で群状結実させるため、葉数をできるだけ多く確保する必要がある。そのためには土壌は深く肥沃な方が適している。群状結実させると養分の過不足がなくなり、果径が揃い浮皮果が発生しにくく、糖度は10～11度Brix台で、ばらつきは小さくなる。商品化率が高まり、連年安定出荷が可能になるため経営上のメリットは大きい。土づくりと草生栽培で土壌が肥沃な有機栽培園では、導入する価値のある結実管理法と言える。

しかし、土壌が浅く樹勢の弱い園地では、遊休年の春に切返し剪定を行っても思うように新梢が出てこない。このような園地ではこの方法は適さない。また、群状結実の果実の品質には限界があり、糖度12～13度Brix以上のブランド品を作るのは難しい。従って、経営規模が小さく集約的管理が可能で、食味の良さで高単価・高収益を実現している経営では、この方法は適さない。

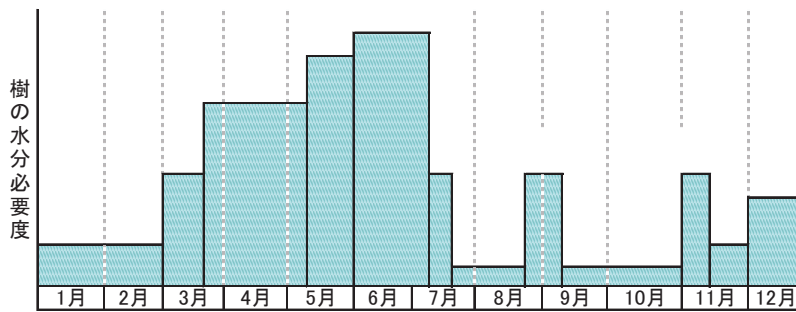
8) 栽培管理と品質向上

(1) 樹の生育周期と水分要求度

温州ミカンには、春を迎え気温の上昇と共に代謝活動が活発になり、根の養水分吸収力が高まる。4～7月は、発芽、開花、新梢伸長、根の伸長、

果実の細胞分裂と肥大など、樹が最も水分を要求する時期である。平年の気象であれば、この時期の菜種梅雨や梅雨が必要な水を樹に供給してくれる。梅雨が明けると夏の高温乾燥期を迎えるが、この時期の乾燥ストレスは果汁の糖度を高める（後述）。9月に入ると果実の減酸が急速に進み、成長から成熟への代謝転換が始まる。通常、この頃に秋雨が降り、肥大や酸の分解に必要な水が供給される。10～11月は秋晴れの季節で、果皮の着色が始まると共に、晴天・乾燥で果実糖度が急速に高まり収穫期へと向かう。このように、日本の気候は温州ミカンの樹と果実の生育に非常に良く適合し、必要なときに必要な降雨に恵まれてきた。しかし、近年、異常気象が頻発し、最も水が必要な5～7月に長期間降雨がなかったり、9月に一滴も雨の降らない高温乾燥が続いたり、逆に土壌乾燥が必要な時に大雨や長雨に見舞われたりと、季節外れの干ばつ害、降雨害が増えてきている。

温州ミカンの生育周期に合わせた樹体の水分要求度を、図Ⅱ－21に模式的に示した。水分要求度の高い時期に降雨がなければ灌水が必要である。特に4～6月の干ばつは正常な生育を阻害し、樹勢衰弱、果皮障害、隔年結果の大きな原因となるため、晴天が10日以上続けば灌水を行う。土壌乾燥が必要な時期（7月中旬～8月中下旬、10月～12月上旬）には、畝立てや明渠で園地の排水性を良くすると共に、降雨が多い場合には多孔質フィルムのマルチなどで根の吸水を抑える。8月末～9月中旬は、クエン酸の合成から分解へと

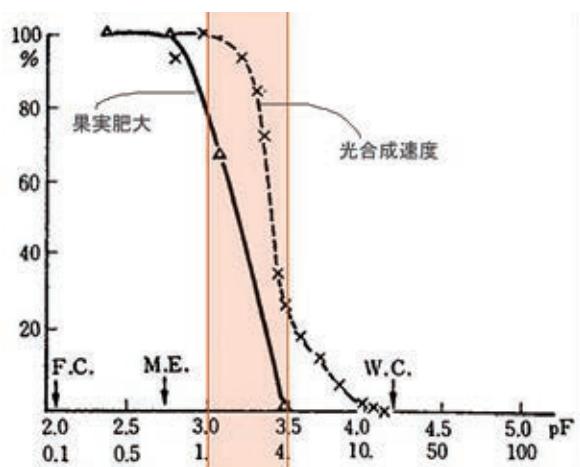


図Ⅱ－21 温州ミカン樹の水分要求度の季節推移 (宮本 2007)

代謝が転換する時期であり (松本ら 1981)、干ばつが続くとクエン酸の分解が進まず酸高になりやすい。降雨のない年には灌水をして、果実の肥大と減酸を促す必要がある。また、有機質肥料は微生物によって分解され、イオン溶液となって根に吸収される。肥料の分解・吸収には水が必須であり、施肥前後に降雨がなければ灌水をして吸収を促す。冬期は地温が下がり根の吸水力も衰える。しかし、葉では光合成が行われ、枝では葉芽・花芽の分化が進んでおり、適度な水分が必要である。冬期の土壤水分保持は地温の低下を防ぎ、寒害防止にも役立つ。

(2) 水分ストレスと果実品質

温州ミカンの味は水管理で決まるといっても過言ではない。梅雨の降雨と高温によって7～8月には果実は急速に肥大する。葉で光合成された産物はショ糖に変えられて果実に運ばれ、果実内で



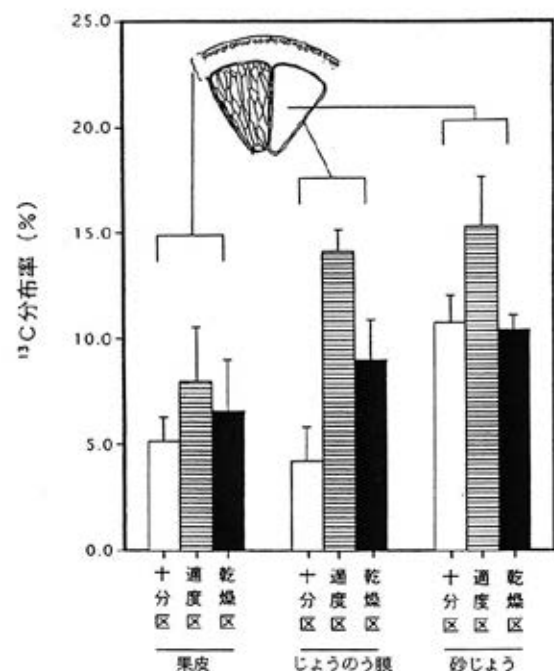
図Ⅱ－22 果実糖度が高まる土壤乾燥域の模式図 (玉井ら 1971)

盛んにクエン酸が合成される。この時期に適度な乾燥で水分ストレスを与えると、果汁の糖含量が高まる。

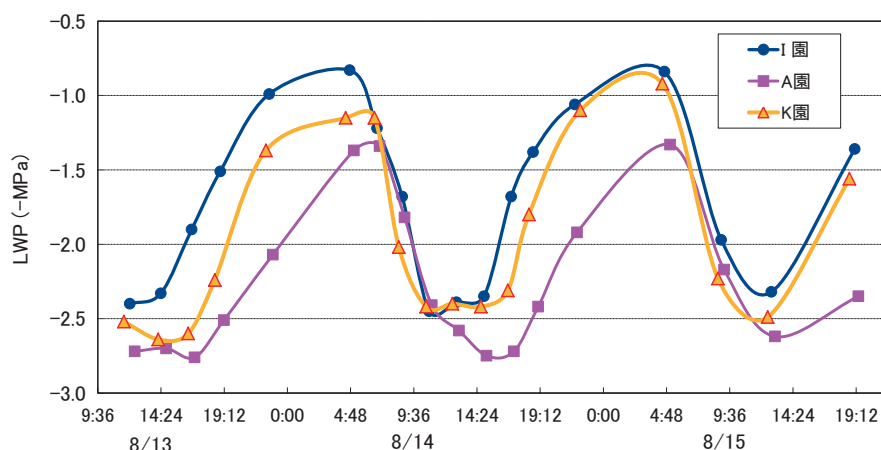
この原因は、①乾燥によって果実肥大が抑えられ果汁の希釈が小さくなること、②栄養生長 (果実肥大、夏秋梢、根の伸長等) が抑えられ果実への光合成産物の

転流比率が高まること (門屋 1972)、③乾燥した土壌から吸水するためには体内の細胞浸透圧を高める必要があり、不溶性成分が分解されて可溶性糖類やアミノ酸が増えること (門屋 1973) である。

しかし、果汁の糖の起源は葉の光合成産物であり、土壌が乾燥して水分ストレスが高まるほど葉の光合成能力は低下する (森永ら 1985、小野 1987)。従って、糖度の上昇には、光合成能力をある程度維持しながら果実への転流比率を高める適度な水分ストレスが重要となる。これを模式的に示したのが、図Ⅱ－22である。実際、水分ストレスは弱すぎても強すぎても糖度は上がらず、適度な水分ストレスで最も糖度は上がることが実証されている (図Ⅱ－23)。



図Ⅱ－23 水分ストレスによる温州ミカン果実への¹³C分配率の比較 (薬師寺ら 1998)



図Ⅱ－24 葉の水ポテンシャル日変化（宮本ら 2012）

注：各園1樹、樹冠赤道部外周にある無着果新梢の中位葉1枚をプレッシャーチャンバー法で測定

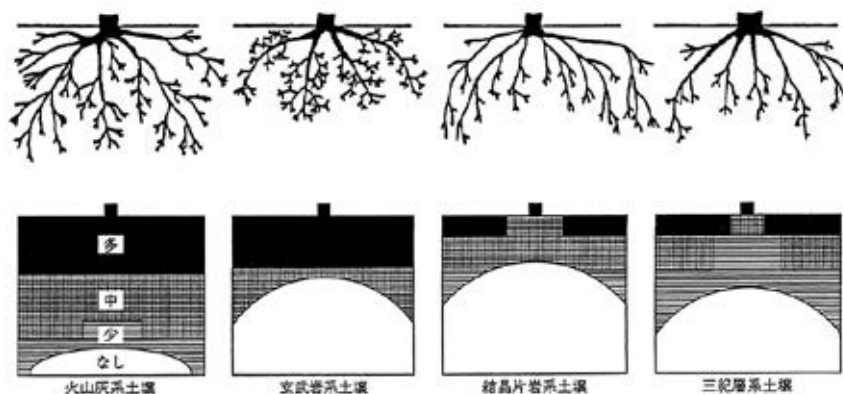
適度な水分ストレスのレベルは、果実の生育ステージによって異なる（宮本 2006）。樹の水分ストレスを表す客観指標には、夜明け前に測定した葉の水ポテンシャル最大値（ ϕ_{max} ）が使われる（間苧谷ら 1977）。葉の水ポテンシャル（LWP）は気孔の開閉と連動しており、日の出と共に急速に下がって日中に最低となり、夕方には急速に回復し、夜間にゆっくりと上昇して日の出前に最大となる（図Ⅱ－24）。乾燥が必要な時期でも強すぎる乾燥はマイナスである。適度な乾燥程度が目安は、早生ミカンの場合、日中には葉が萎れているが夜明け前には葉の萎れが回復している程度である。明け方に葉が萎れている場合は乾燥しすぎであり、灌水を始めるのが良い。着果負担が重い樹や細根量の少ない樹では水分ストレスを受けやすく、通常の樹よりも早目の灌水を心がける。

先述したように、クエン酸合成が衰え酸の分解が始まる8月末～9月中旬には、正常な代謝と果実肥大を促すための水分が必要である。9月下旬～収穫期は、葉から転流してきたショ糖がそのまま果汁に蓄積され、糖度が急速に上昇する。地温の低下と共に根の吸水能力が衰えるため、樹の水分ストレスは高くなりやすく糖度が上がりやすい。この時期の土壤乾燥は、夏期以上に糖度の向上に効果的である。しかし、強すぎる乾燥は逆効果で、思うように糖度が上がらず落葉や樹勢衰弱を招くので、灌水が必要である。

（3）土壤の物理性と水管理

同じ気象であっても、水分ストレスの受け方は土壤によって異なる。土壤の違いは温州ミカン樹の細根分布にも影響を与える。土壤母岩による細根分布の違いを模式化したものを、図Ⅱ－25に示した。表層に細根がよく発達する土壤が高品質な温州ミカン栽培に適している。このような細根分布の違いは、主に土壤の物理性に由来するもので、土性や礫率による土壤保水性の違いが影響している。土性は土壤粒子の粒径分布によって決まる。粒度の小さい粘土が多ければ保水性は高まるが排水性は悪くなる。逆に粒度の大きい砂が多いと排水性は良いが保水性が悪い。

和歌山県有田ミカン産地の土壤物理性の実態調査から、果実生産を阻害しない限界域を推定した（表Ⅱ－9）。温州ミカンは他の果樹に比べ酸素と乾燥を好む果樹であるが、乾燥時には適度な水分を長く保持できる土壤であることが重要である。砂の多い土壤では粘土鉱物や有機物の補給で土壤の保水性を高める必要がある。逆に、粘土質の多い土壤では礫や排水の良い土壤を客土して排水性を良くする必要がある。適度な水分ストレスを維持するための1回の灌水量や灌水間隔は、土壤の保水性と気象によって異なる。保水性の良い土壤では乾燥ストレスがかかるまで時間はかかるが、その後の灌水間隔は長くてもよく水管理は楽である。逆に、砂の多い保水性の悪い土壤では



図Ⅱ－25 土壌母岩による温州ミカン細根分布の違い（長崎県果樹試験場 1985）
（高品質ミカン栽培には、玄武岩土壌、結晶片岩系土壌が適している）

表Ⅱ－9 果実生産に支障のない温州ミカン園の土壌物理性指標（宮本ら 2010）

土壌の緻密度		排水性		保水性	
間隙率	仮比重	粗孔隙	ほ場容水量	易有効水量	難有効水量
(%)		(%)	(%)	(l/m^3)	(l/m^3)
45～70	1.5以下	15～25	30～45	40～100	60～100

注：易有効水量：pF1.5～3.0 の土壌体積含水量差
難有効水量：pF3.0～4.2 の土壌体積含水量差

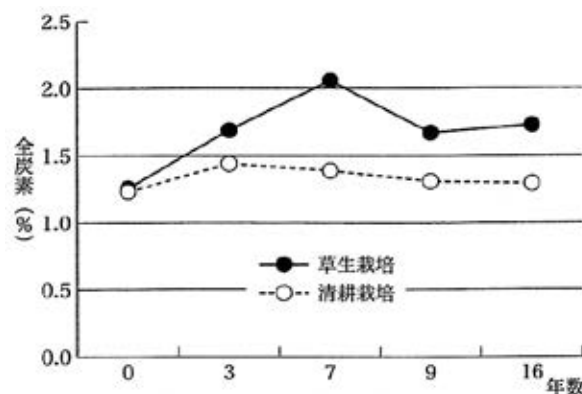
頻繁な灌水が必要となる。

9) 園地管理

(1) 草生栽培

有機栽培園では雑草草生栽培が多い。土壌や立地によって優先草種は異なり、草生栽培の継続によって丈の低いおとなしい草種（春草：ハコベ、カラスノエンドウ、ヤエムグラ、ホトケノザ等）に変わってくるという生産者が多い。草生栽培によって、土壌中の腐植含量やCEC（陽イオン交換容量）が増加する土壌改善効果が認められている。草生栽培と清耕栽培を長年続けた場合の表土の全炭素含有率の推移を図Ⅱ－26に示した。草生栽培は温州ミカン園の炭素吸収量増加にも役立っていることが分かる。

草生栽培では、春草はそのまま放置し、5月頃に幹回りと樹冠下のみ除草する。春草が繁茂して雑草新芽にアブラムシが寄生することにより、ミカン樹へのアブラムシの加害が抑えられる。しかし、樹冠下に雑草が繁茂すると幹周辺が多湿となり、ゴマダラカミキリが産卵しやすくなる。また、繁茂した草によって幼果に傷がつきやすい。さらに、つる性雑草は主幹を頼って樹冠上に這い上がり、



図Ⅱ－26 ミカン園における表土の全炭素含有率の推移（藤山 2012）

長崎県果樹試験場、指定試験 1964～1995 データから作図

日陰をつくって枯れ枝や品質低下の原因になる。従って、樹冠下は除草して清耕状態に維持するのが望ましい。春草が枯死した後、梅雨期に旺盛に繁茂してくる夏草は7月頃に除草する。刈り草を敷き草にして地面を覆えば、夏の高温乾燥期に地温の上昇を抑えて細根を保護できる。また、土面蒸発を抑え土壌の過乾燥を防ぐ効果がある。その後は、収穫期の作業性を考えて9月頃に除草を行う。秋期の晴天乾燥で果実糖度が向上するため、支柱や枝釣り作業も同時に実施する。

ライムギやイタリアンライグラスなどのイネ科雑

草、アレチノギクやヒメムカシヨモギなど強勢雑草が優勢な場合は、草丈が高く作業性が悪い、4～5月、7月、9月の最低3回は除草作業が必要になる。ナギナタガヤ、ヘアリーベッチ、クローバーなどは4～5月の植被率が高く、6月に自然枯死するため、夏期の草管理が楽になる。マメ科のヘアリーベッチは、根粒菌によって窒素を固定し、枯死茎葉の量も多く窒素や有機物補給効果が高い。しかし、ミカン樹の枝葉に巻き付き覆うため引き倒し労力がかかる。枯死体から溶出した窒素は8月下旬～10月中旬にかけてミカン樹に吸収され、遅効きによる品質低下が懸念されたが、地力の低い園では問題はなく標準の施肥量が必要であったと報告されている（有田ら2008）。ナギナタガヤは3～5月に急成長し、6月に自然枯死して地面を覆い、夏草の発生を抑えて8～10月に自然発芽する。このため、定着すれば省力的な草管理ができる。播種時期は9月～11月末まで可能で、イネ科雑草として土壌改良効果が大きく、春季の養分競合に留意すれば果実品質への悪影響は認められない。柑橘園での導入実績が最も多い草種である。

(2) 灌水設備

温州ミカンの適地は日照と排水性の良い傾斜地であり、干ばつ害を受けやすい。近年の樹勢低下や隔年結果の主原因は、長期の無降雨による干ばつ害が圧倒的に多い。今後も、異常気象に伴う干ばつが頻発することが予想されている。安定生産が経営の基本であり、灌水設備の整備は欠かせない。大型共同灌水施設があり、いつでも自由に灌水できる環境があれば理想である。自分

で設置する場合は、水源は近くの池や川、湧水を利用し、ほ場近くに容量 5m^3 以上を貯留できる水槽を設置するのが望ましい。灌水方法には、スプリンクラーによる樹上散水、ミニスプリンクラーによる1樹毎の樹冠下散水、ドリップチューブによる点滴灌水がある（写真Ⅱ－3）。灌水設備がない場合の手灌水は、動噴と土壤灌注器を使うと効率的である。

スプリンクラーは空中への揮散などで灌水効率が低く、1回に20～30mmの多量の水を散水している。水源の豊富な所でなければ使えないが、防除や液肥散布、寒害防止など多目的使用が可能で省力・軽労化に有効である。マイクロスプリンクラーは樹冠下に散水でき、水の無駄がなく節水型である。また、使用圧力が低く、ノズルも安価で気軽に設置できる利点がある。点滴灌水は最も水の無駄がなく、水源の乏しい果樹園では効果的である。夏の晴天乾燥期にも毎日1～2mmの点滴灌水で水分ストレスを緩和でき、貯水タンクも 2m^3 程度あれば1回の灌水が可能である。水量があれば1回5～10mm程度を7～10日間隔で点滴灌水することもできる。点滴チューブがあれば液肥の施用も簡単で、とくに秋期の樹勢回復効果が大い。有機栽培園でも、もっと活用されて良い灌水方法である。

(3) 園内道とモノレール

柑橘栽培で最も重労働なのは収穫・運搬作業である。園地までの農道が整備されている所は多いが、園内道のない園地が多い。運搬作業の効率化と軽労化には、軽トラックや運搬車を乗り入れ



スプリンクラーによる樹上散水



樹冠下のマイクロスプリンクラー



ドリップチューブによる点滴灌水

図Ⅱ－3 柑橘園の代表的な灌水方法と器具



写真Ⅱ-4 園内道を整備し軽トラックが入るミカン園

られる園内道の設置が最も効果的である（写真Ⅱ-4）。傾斜地では、モノレールの利用価値が高い。農道に停めた軽トラックと園地内をモノレールでつなぎ、効率良く資材や収穫果実を運搬できる。作業性の悪い密植園では、日照や風通しが悪く病害虫が発生しやすい。有機栽培では日頃の観察が重要であり、独立樹で風通しが良く明るい園地環境を整えたい。

(4) 防風・防寒

低気圧や台風による強風は、果実に傷をつけ、落葉や落果、ひどい場合は樹の倒伏を引き起こす。冬の北西季節風は寒風による脱水で葉を損傷・落葉させる。このような風が常襲する園地では、マキなどの防風垣や防風ネットを設置する。防風ネットは密閉度60～70%が理想で、網目径2～4mmのネットがよく使われる。通常、最大瞬間風速30m/秒に耐えられる強度が必要である。減風効果はネット高の10倍程度風下にまで及ぶとされ、ネットの地上高さは5～6mが適当である（農研機構・果樹研究所）。冬期の寒害を防ぐため、防風垣や防風ネットの裾は50cm程度空けて、冷気が下に流れるようにしておく必要がある。

10) 病害虫防除

(1) 病害虫防除の基本的考え方

樹勢及び収量の維持を図ることはもちろん、外観を阻害する病害虫による被害を可能な限り低減させる対策を講じる必要がある。これは、有機栽培

培と言えども外観が一般的に受け入れられる水準の果実を生産し、より有利な販売を可能にするためである。

①有機栽培で問題となる病害虫

慣行栽培では樹を枯らすような収量に直接影響する病害虫の重要度は低い反面、果実の見かけを悪くする病害虫の重要度は大変高いという特徴がある。このため、病害虫防除の対象になるのはこれら外観を悪くする病害虫が大部分である。これに対し、有機栽培では外観の悪さはある程度許容される場合が多いので、まずは樹を枯らしたり収穫皆無になるような病害虫を防除対象とする。

樹を枯らしてしまう病害虫としてミカンナガタマムシ、ゴマダラカミキリがある。また、外観をひどく阻害したり落果を引き起こすなどで収穫皆無につながる病害虫としてそうか病、ミカンサビダニ、カイガラムシ類、カメムシ類がある。有機栽培でも商品性を高めるためこれら外観阻害病害虫の被害を可能な限り抑制する必要がある。

②病害虫抑制の基本的考え方

有機栽培園地での病害虫抑制のためには以下のような取組が必要である。

i. 園地の選定

元々病害虫の発生・被害が少ない園地を選定する。環境不良園、すなわち通風・乾燥が悪い園、風当たりが強い園、チャノキイロアザミウマの飛来源になるイヌマキやチャが周囲に植栽されている園、これまでの経験からカメムシ類の飛来が多い園などは有機栽培に取り組む園地としては適さない。

また、病害虫被害で悩まされることが多かった経歴をもつ園地は不向きであり、適地を選ぶことは最も肝要なことである。なお、人為的に環境を整えることが可能な場合には早急に改善を図る必要がある。

ii. 耕種的対策

耕種的な対策は地味ではあるが、使用できる薬剤の種類が限られている有機栽培では極めて重要なことであるので、積極的に取り組みたい。

柑橘類は永年性作物のため、問題になった病

害虫を枝や幹につけた状態で翌年に持ち越してしまうことが多い。このため翌年への病虫害の持越しを減らすために、伝染源になる発病葉梢、発病枝、枯枝を徹底して除去することが極めて重要である。伝染源の翌年への持ち越し量を減らすことができる隔年交互結実栽培の導入も有効である。

iii. 園地の整備

耕種的対策を十分に行うためには、十分な作業空間が必要である。また、密植園では日々の手入れはもちろんのこと、今どのような病虫害が発生しているかの観察もできない。また、防除資材を散布する際には薬液が十分に枝葉や果実に付着して、はじめて十分な効果が発揮される。このため、密植園では間伐を行ない、園内に通路を設置して良好な防除作業空間を確保すると共に、薬液の付着が良好になるような整枝・剪定を心がける必要がある。

(2) 虫害の防除対策

①耕種的対策

i. 増殖源の除去

害虫が発生している枝や葉を見つけたらすぐに人手、ハサミ、ノコギリなどで剪除する。但し、園内にそのまま放置したのでは意味がないので、穴を掘って埋めるか燃やし、カイガラムシは潰したり擦り取る。

防風樹として園の周りに植えられているスギ、ヒノキをよく刈り込んでカメムシ類の増殖源になる球果ができないようにしたり、最初からこれらの樹種を防風樹として利用しないこと、園の周りにチャノキイロアザミウマの好物のチャヤマキを植えないことも増殖場所を作らない方法である。

枝抜きや隔年交互結実栽培による枝の更新は、樹体に定着しているカイガラムシ類の大幅な密度低下に有効である。

ii. 樹体環境の改善

害虫は葉と葉や枝、果実が込み合って重なっている部位での増殖が盛んである。このため、葉、枝、果実の混み過ぎをなくさなければならない。6～9月の間、主幹の地際部を除草し、ゴマダラカ

ミキリの産卵増加を抑制する。草生栽培園では裸地栽培園に比べて本種の産卵が多い傾向がみられるので、特に6月下旬～7月の産卵時期には株元の除草に努める。

②物理的対策

i. 初秋季からの袋掛け

果実に袋掛けをしておけば害虫の加害をほぼ完全に防ぐことができる。中晩柑では9月頃からの早期袋掛けが秋季のカメムシ被害回避に有効である。

ii. ネットの設置

ネット資材の設置で害虫の侵入を防ぐ。害虫の大きさに応じた目のネットを雨よけハウスの周りに張ることで、カメムシ類やスリップス類の侵入を防止できる。露地栽培でも小面積であれば網掛けは適用できる。また、シュロの繊維や金網、ネット（タマネギネットなど）などで主幹の地際部を覆えば、ゴマダラカミキリの産卵を防止できる。

iii. 光反射シートの設置

アルミ蒸着フィルム、近紫外線カットフィルム、白色多孔質シートなどの光反射フィルム光反射シートを設置することでチャノキイロアザミウマの行動を抑制し、被害を回避することができる。光反射シート設置園ではカメムシ類の被害が軽減されることも分かっている。

iv. 捕殺・刺殺

ゴマダラカミキリは見つけ次第、捕殺する。また、定期的に主幹部を観察して、虫糞が出ている場合には針金などで刺殺する。

③生態的対策

i. 天敵の導入

柑橘の害虫での天敵利用は、特に外国から導入した天敵を永続的に利用する方法で多くの成功例がある。イセリヤカイガラムシ、ルビーロウムシ、ミカントゲコナジラミ、ヤノネカイガラムシなどの害虫は、これにより低密度で抑えられている。

導入天敵が生息していない場合には、近隣の天敵発生園から導入する。ヤノネツヤコバチとヤノネキイロコバチを人為的に持ち込むなどして、柑橘園に一旦定着させてしまえば、特別に手をかけ

なくても寄生蜂は安定して生息を続け、ヤノネカイガラムシの密度は被害をもたらすことのない低水準に保つことができる。

ii. 土着天敵の活用

土着の天敵を保護し有効に活用することが大切である。一般に殺虫剤や殺菌剤を散布しない有機栽培園では、土着天敵の密度が高まっているためミカンハダニによる実被害が発生することはない。草生栽培では天敵の活動が盛んになる傾向が認められている。

iii. 生物防除資材の利用

生物防除資材とは天敵や昆虫寄生性病原菌などのことである。元々これらは自然界で害虫の発生や増殖を抑制しているが、あくまでも自然の営みの中の出来事なので目を見張るような特別な効果ではない。しかし、その働きに目をつけて天敵などを農薬的に使用できるようにしたものが生物防除資材である。

ハダニ類に対するカブリダニ類、ゴマダラカミキリに効くボーベリア菌などがある。目的とする害虫だけに作用するが、他の害虫には効果がないので同時防除ができにくいところが欠点である。昆虫病原糸状菌（ボーベリア・ブロンニアティー）がゴマダラカミキリの成虫に高い殺虫効果があることが発見されて製剤化され、一般に普及するようになった。現在の処理法は、菌を不織布に増殖させた製剤を株元に巻き付ける、あるいは枝にぶら下げる方法が一般的である。

ゴマダラカミキリの成虫が本菌に感染してから死亡するまでに7～10日程度かかり遅効的であるが、製剤の効果は30日以上期待できる。成虫の羽化脱出は一般に5月下旬から始まって約40日間続くので、製剤の処理時期は、発生初期の5月下旬～6月上旬が適当である。

成虫の移動力が大きく、効果が遅効的であることから、本製剤利用による防除は広域での一斉処理が望ましく、また連年処理することで効果が一層高まる。

(3) 主な害虫の発生生態と対策

①ミカンサビダニ（写真Ⅱ－5）

i. 被害の状況

吸汁加害により肥大型の果実に灰褐色、着色期には黒褐色の被害が果面全体に発生し、商品価値が著しく低下する。有機栽培で特に問題になる害虫である。

ii. 生態

各産地ともに最近、増加している。放任園の増加が一因になっている。芽で越冬し春葉が展開するにつれて春葉に移動して加害するが、実用上問題になることはない。その後果実に移動し、晩秋季まで加害が続く。無農薬栽培では本種が多発して、流通可能な果実の生産は困難である。これはミカンハダニの場合と異なり、密度抑制に働く天敵が少ないためである。

iii. 対策

- ・6～8月に水和硫黄剤を散布することによって十分に防除できる（表Ⅱ－10）。高温期に水和硫黄剤を散布しても果実への薬害は問題にならない。マシン油乳剤による被害抑制効果は不安定である。
- ・秋季に石灰硫黄合剤を散布すると越冬量が少



写真Ⅱ－5 ミカンサビダニによる被害

a 加害中期、b 加害後期

（提供：口木文孝氏）

表Ⅱ－10 ミカンサビダニに対する水和硫黄剤の効果（田代2007）

6月3日	7月2日	8月1日	9月2日	被害果実 割合 (%)	防除価
○	－	－	－	0.3	99
○	○	－	－	0	100
○	－	○	－	0	100
○	－	－	○	0	100
－	－	－	－	20.1	

注：6月上旬の1回散布でも十分な被害抑制効果が得られている。
7月、8月の高温期の散布においても被害の発生を認めていない。

なくなり、翌年の初期密度低減策として有効である。

- ・果実被害を確認してからの防除では十分な効果が得られないので、常発園では予防的な散布が必要である。まず、6月に最初の散布を実施して、その後8月下旬の被害状況をみてから2回目の散布の必要性を判断する。
- ・有機JAS許容農薬として水和硫黄剤と石灰硫黄合剤が使用可能である。

②ゴマダラカミキリ（写真Ⅱ－6）

i. 被害の状況

成虫が枝や葉を食害するが、実害は少ない。幼虫は幹の地際部から木質部に食入し、樹勢を低下させる。樹が枯死に至ることが多く、卓効を示す殺虫剤を使用できない有機栽培では問題になる害虫である。

ii. 生態

幼虫が幹内で越冬し成虫は6月中旬頃から発生する。羽化成虫は1週間程度枝や葉を食害し卵巣を発達させた後、主幹部に産卵を開始する。産卵は8月上旬にかけて行われ、ふ化幼虫は内部に食入する。

iii. 対策

- ・発生期間中は園内をくまなく見回って、成虫の捕殺を徹底する。
- ・物理的手段として主幹の地際部に防虫用の金網やプラスチック網を巻いて産卵を防止する。捕殺と組み合わせることによって被害を軽減できる。
- ・樹幹へ食入した幼虫の刺殺、捕殺は手間はかかるが有効な手段である。秋季になると幼虫が食入した部分から木クズが出るので、加害箇所を見つけやすい。この場合、針金などを食入口から差し込み幼虫を刺殺する。
- ・有機JAS許容農薬として天敵糸状菌（ボーベリア菌）製剤が使用可能である。このシート（バイオリサ・カミキリ）を羽化直前の時期に主幹部に巻き付ける。垂主枝にぶら下げてもよい。広域で使うとより高い効果が期待できる。有機栽培を継続しているとボーベリア菌の密度が上昇して自然感染による密度抑制効果がみられてくる。



写真Ⅱ－6 ゴマダラカミキリ

- a. 成虫
- b. 加害された2年生枝
- c. ボーベリア菌の感染によって死亡した個体
- d. ネット資材の巻きつけが悪くて加害された樹
- e. 幼虫

（提供：口本文孝氏）

③ミカンナガタマムシ（写真Ⅱ－7）

i. 被害の状況

成虫が葉を周縁部から食害する。幼虫は幹に食入し樹勢の低下や枯死を引き起こす。一般の殺虫剤を使用できる慣行栽培で問題になることはないが、有機栽培では被害が激しい場合が多い。

ii. 生態

幼虫が樹皮下で越冬する。成虫は5月下旬頃から脱出し秋にかけて見られ、樹皮の割れ目に産卵する。ふ化した幼虫は産みつけられた樹皮の割れ目などから樹皮の下に潜り込み、形成層の部分に沿って食害していく。その通ったあとの抗道には、白い木くず状の虫糞を詰めていくが、カミキリムシのように虫糞を樹皮の外へ押し出すことはなく、外部からは見つけにくい。

幼虫の成熟に要する日数は約300日で、幼虫は形成層から木質部の方に掘り込んだ抗道を作り、その奥を少し広げて蛹化室を作りさなぎになる。さなぎの期間は普通は20日以内である。成虫は樹皮に半月形の脱出孔を開けて羽化してくる。成虫の体長は約10mm。細長くて青黒い小さなタマムシである。成虫の生存期間は7日前後と短い。成虫の発生期間は5～10月にわたっているが、その中でも6～7月に最も多い。ときには9月頃に多数発生することもある。1年に1世代である。

iii. 対策

- ・特にこれといった対策がない難防除害虫である。



写真Ⅱ－7 ミカンナガタマムシ

- a. 成虫の半月形の脱出孔
- b. 周縁部が食害された被害葉
- c. 成虫

（提供：口木文孝氏）

現時点でとり得る最善の対策は、何よりもまず園の管理を良くして樹勢を落とさないことである。

- ・樹勢低下を引き起こすゴマダラカミキリの駆除の徹底が必要である。一旦樹勢が低下すると、ナガタマムシの害を受けやすくなる。有機栽培では概して樹勢が低下している園が多い傾向にあるので、そのような園では肥培管理の改善を図る必要がある。

- ・有機JAS許容農薬はない。

④ヤノネカイガラムシ（写真Ⅱ－8）

i. 被害の状況

ヤノネカイガラムシは枝、葉、果実に寄生し、有機栽培では年数の経過とともに天敵の働きによって被害は減少していく。果実に雌成虫が寄生すると、ゴマを振り掛けたように見え、商品価値が著しく低下する。果実上の寄生部位は着色が悪く、収穫期になっても緑色の斑点として残る。繁殖が旺盛で寄生密度が高くなると、枝枯れし樹が枯死することもある。

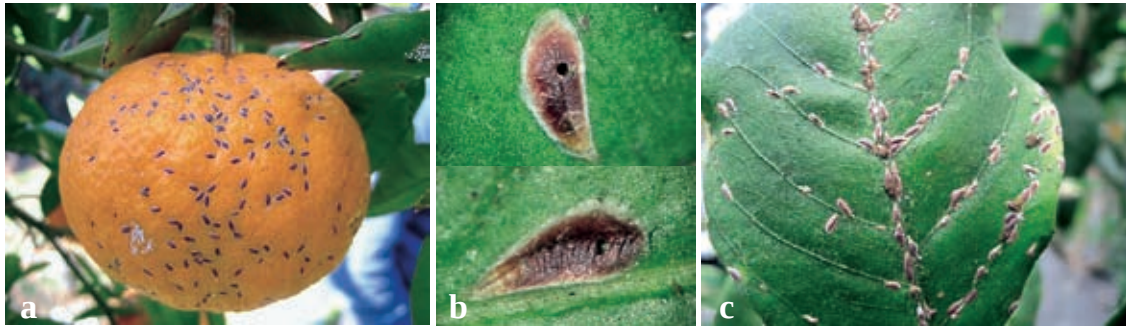
ii. 生態

主に成虫で越冬し5月上中旬に第1世代の1齢幼虫が初発する。ふ化直後の幼虫は歩行により移動するが、間もなく定着して移動しなくなる。幼虫は2齢を経過した後、7月上旬に成虫が初発し、7月下旬には第2世代の1齢が発生する。雌の産卵は2カ月程度の長期にわたる。地域によっては9月下旬～10月に第3世代の幼虫が発生することもある。

幼虫が果実に移動するのは第2世代または第3世代の幼虫発生期である。2齢幼虫の発生期以降に形成される雄繭は白色で目立つので、園地で本種を見つける手がかりになる。

iii. 対策

- ・かつては柑橘の大害虫とされていたが、導入天敵で十分に対応できる。他のカイガラムシ類についてもそれぞれに有効な天敵によって発生が抑制さ



写真Ⅱ-8 ヤノネカイガラムシ

a. 多数の雌成虫の寄生、白いものは雄繭、b. 2種の天敵の脱出孔、c. 葉への寄生

(提供：口本文孝氏)

れている。

- 1980年に中国から導入された有力な2種の天敵（ヤノネキイロコバチとヤノネツヤコバチ）は全国の柑橘産地に定着している。ヤノネキイロコバチはヤノネカイガラムシの2齢幼虫または未成熟成虫に産卵し、ヤノネツヤコバチは雌成虫に産卵する。雌成虫のカイガラに天敵の脱出孔（丸い穴）の有無を確認することにより天敵の発生状況を把握できる。
- 有機JAS許容農薬としてマシン油乳剤がある。冬季のマシン油の散布によりカイガラムシの初期密度を抑えることで、天敵の効果が安定し、ヤノネカイガラムシの密度を低く維持できる。

⑤ナシマルカイガラムシ（写真Ⅱ-9）

i. 被害の状況

雌成虫は円形、雄幼虫は楕円形で、サンホーゼカイガラムシは灰褐色のカイガラを持つ。各種とも葉、果実、枝に寄生する。

ii. 生態

年2～3回発生し、種により若干異なるが、5月

下～6月中旬、7月中～8月下旬に幼虫が発生する。

iii. 対策

- 有機JAS許容農薬としてマシン油乳剤がある。冬季のマシン油の散布によりカイガラムシの初期密度を抑えることで、天敵の効果が安定し、ヤノネカイガラムシの密度を低く維持できる。

⑥アカマルカイガラムシ（写真Ⅱ-10）

i. 被害の状況

雌成虫は約2mmの円形で赤褐色の虫体被覆物（カイガラ）を持ち、雄幼虫は楕円形である。枝、葉、果実に寄生する。

繁殖が旺盛で寄生密度が高くなると、枝枯れを引き起こし樹が枯死する。果実に寄生すると小型のカイガラが多数発生し、商品価値が著しく低下する。

ii. 生態

成虫で越冬し年2～3世代を経過する。雌の産卵期間は2カ月以上に及ぶ。第1世代幼虫の発生は5月下旬から始まり、6月下～7月上旬に



写真Ⅱ-9 ナシマルカイガラムシ

a. ナシマルカイガラムシの果実への寄生
b. 枝にびっしりと寄生した状況

(提供：口本文孝氏)



写真Ⅱ-10 アカマルカイガラムシの果実への寄生状況

(提供：口本文孝氏)

最盛期を迎える。第2世代幼虫の発生は7月下旬に始まり、8月下旬～9月上旬に最盛期を迎える。第2世代の増殖量が多く、8月以降に急増することが多い。

ヤノネカイガラムシのような雄繭を形成しないので初期の発生に気づかず、果実への多発生を確認して初めて発生に気付くことが多い。九州では古くから発生し問題になっていた。最近、分布を北に広げ三重県や静岡県でも発生が確認されている。

iii. 対策

- ・有機JAS許容農薬としてマシン油乳剤がある。発生園では冬季のマシン油の散布を徹底し、初期密度を低下させる。

⑦イセリヤカイガラムシ（写真Ⅱ－11）

i. 被害の状況

雌成虫の体長は4～6mmで成熟すると綿状の卵のうを形成する。幼虫と雌成虫が枝や葉裏の葉脈に沿って寄生し吸汁加害する。大量の甘露を排出するため、すす病の原因になる。多発すると枝が枯死し、樹全体が枯死するに至ることもある。

ii. 生態

幼虫と成虫で越冬し年2～3世代を繰り返す。1齢から雌成虫までの各発育態が歩行移動する。寄主範囲が広く、柑橘の他に多くの樹木に寄生する。



写真Ⅱ－11
イセリアカイガラ

- a. 成虫とベダリアテントウの幼虫
- b. 幹部の成虫
- c. 果梗部の成虫

（提供：ロ木文孝氏）

iii. 対策

- ・幼虫の発生時期の6月下旬と8月下旬に・有機JAS許容農薬のマシン油乳剤の散布を行う。多発すると枝の分岐部などに虫が折り重なって薬剤がかかりにくいので、事前にブラシでこすって虫を除去すると共に多寄生枝を切除する。
- ・明治時代に海外から導入された有力な天敵であるベダリアテントウムシが生息している。ベダリアテントウムシの発生が確認されれば、1カ月程度でイセリヤカイガラムシの密度は低下する。

⑧ウスカワマイマイ・ナメクジ類

（写真Ⅱ－12）

i. 被害の状況

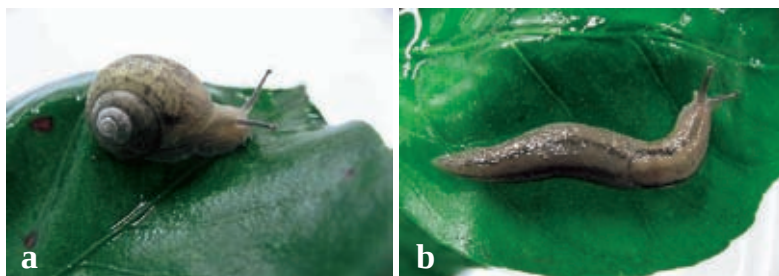
果実の表面を食害する。幼果では果皮に灰褐色不定形の食害痕が発生する。着色期には果皮が円形に食害され、果実腐敗の原因になる。草生栽培で発生が多く有機栽培園地で問題になることが多い。

ii. 生態

ウスカワマイマイは下草や腐植を摂食している。降雨により樹上に移動して樹体が乾燥すると休止状態となる。ナメクジ類は通常は地表部で腐植を摂食しているが、降雨により樹体が濡れると樹上に移動する。有機質資材の多用園で発生しやすい。

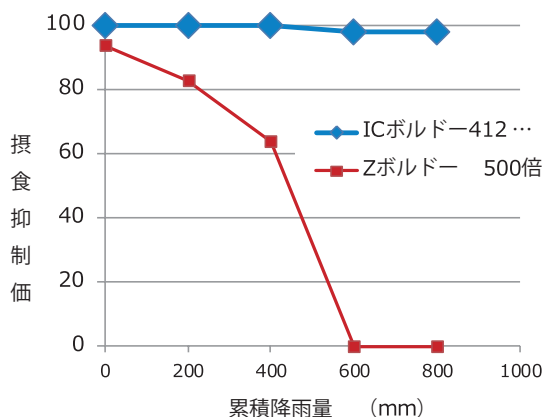
iii. 対策

- ・ウスカワマイマイの常発園では、樹に上がる前の対策が大切である。このため、幹周囲の除草を徹底すると共に株元の直近には有機物を施用しないようにする。銅を嫌う性質から、銅線や銅板を幹の地際部に巻くことで、それより上に登っていくことを抑制できる。
- ・常発園では梅雨や秋雨の前にリン酸第二鉄粒剤（スラゴなど）を広い範囲にばらまくと、ウスカワマイマイやナメクジが粒剤に出会う頻度が高くなり効果が上がる。
- ・有機JAS許容農薬としてICボルドー 66Dがある。ウスカワマイマイやナメクジは銅を嫌い、直接銅剤が体にかかるると死ぬ。樹にウスカワマイマイが登ってしまえば銅剤散布以外に方法はない。ウ



写真Ⅱ-12 ウスカワマイマイ(a)とチャコウラナメクジ(b)

(提供：口本文孝氏)



図Ⅱ-26 ICボルドーの効果は散布後の累積降雨量800mmまで持続する
(田代2007)

スカワマイマイが活動している雨上がりの時期に散布して、体に直接銅剤が着けば密度抑制効果がある(図Ⅱ-26)。

⑨カメムシ類(写真Ⅱ-13、写真Ⅱ-14)

i. 被害の状況

カメムシ類が多飛来した場合、現状では殺虫剤散布以外の対策はない。このため、多発年には有機栽培で最も問題になる害虫である。温州ミカンは中晩柑に比べてカメムシ類の被害を受けやすい。

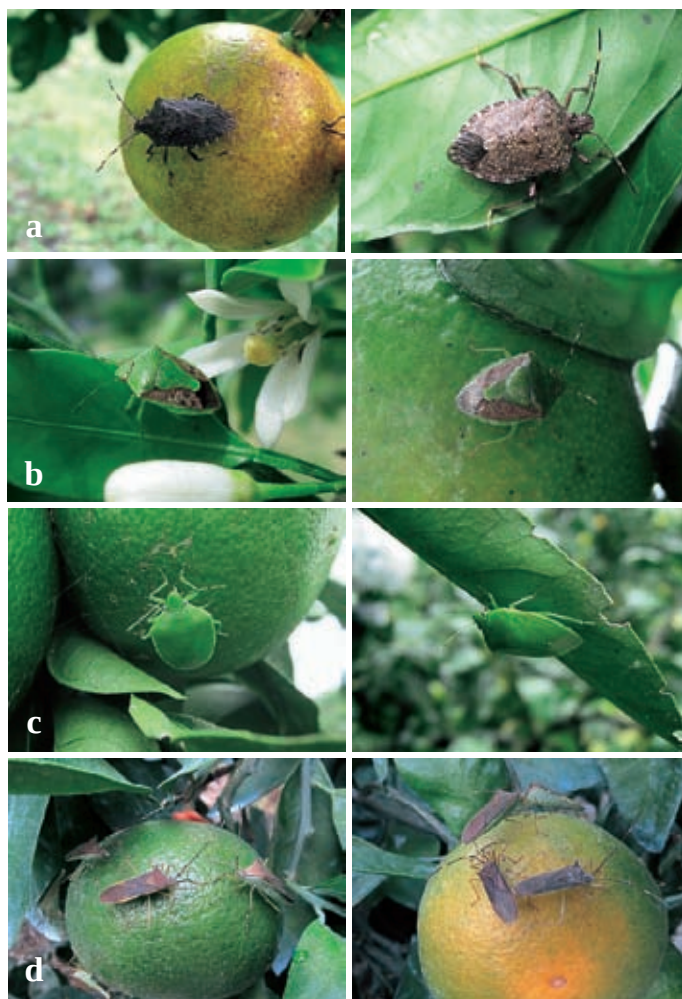
成虫が幼果から成熟期までの果実を吸汁することで、被害を生じる。口針を果肉まで刺し込むため、被害部位では果肉と果皮が癒着し果皮が剥きにくくなる。果肉は吸汁されると水分が減って硬化し食味が悪くなる。着色期前に吸汁されると加害部周辺の果皮は異常着色し落果しやすくなる(写真Ⅱ-14)。大発生すると集団で新梢などを吸汁加害する結果、枝が枯死するこ

ともある。

ii. 生態

種々のカメムシが柑橘を加害するが、主要種はチャバネオカメムシ、ツヤアオカメムシ、クサギカメムシである。本州の柑橘産地では3種が生息するが、チャバネオカメムシが主体である。西南暖地ではツヤアオカメムシの割合が高くなる。

各種とも山林のスギ・ヒノキなどの毬果に寄生しており、ここで産卵、繁殖する。幼虫は5齢を経て成虫になるが、柑橘園内ではクサギカメムシを除き幼虫はほとんど成育できない。チャバネオカメムシは落葉下、ツヤアオカメムシは常緑樹の樹冠内、クサギカメムシは家屋内などで成虫で越冬す



写真Ⅱ-13 カメムシ類の成虫

a. クサギカメムシ、b. チャバネオカメムシ
c. ツヤアオカメムシ、d. ミナミトゲヘリカメムシ

(提供：口本文孝氏)



写真Ⅱ-14 カメムシ類の集中加害による激しい落果

る。越冬量が多いと6月下旬～8月上旬に果実が加害され、激しい落果を生じる（前期被害）。生理落果と間違ふことがあるが、ルーペで果実表面を拡大して観察すると、カメムシ類の唾液鞘が残っていることで判断できる。

スギ・ヒノキの着果量が多い年は夏季～秋季に山林での繁殖量が多くなる。種によって異なるが卵から成虫まで約1カ月で、年2～3世代を繰り返す。山林でカメムシによるスギ・ヒノキの毬果の吸汁が進むと、毬果が餌として不適になるので新成虫は山林から離脱し、柑橘園に飛来する（後期被害）。

新成虫の発生が多い年は9月以降に被害が増加する。カメムシによる加害は通常は10月末で終息するが、最高気温が20℃を上回れば11月でも加害することがある。

iii. 対策

- ・多発年でも、全ての園に大量に飛来してくるわ

けではないので、飛来量の少ない園をJAS有機栽培園に設定する。

- ・園外に電撃誘殺灯を設置する。
- ・白色マルチシートを設置すれば飛来を少なくできる。

⑩チャノキイロアザミウマ（写真Ⅱ-15）

i. 被害の状況

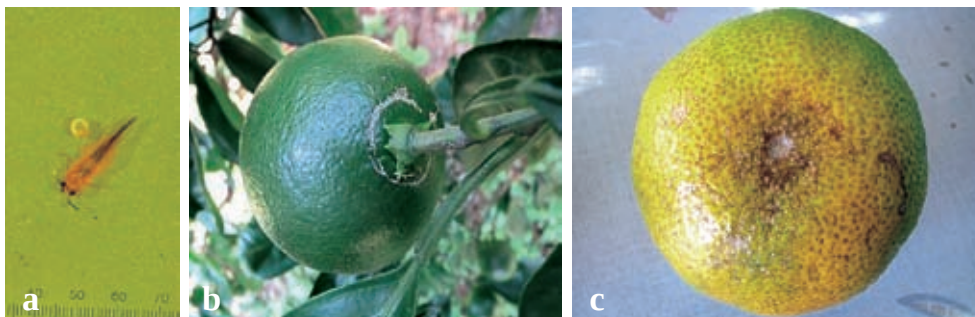
成・幼虫が幼果期から着色期前の果実を吸汁加害し、外観を損傷する。有機栽培では卓効を示す殺虫剤を使用できないので、多発地域に位置している園では周りからの飛来により被害が恒常化している所がある。

落弁期から8月までの時期は、成・幼虫がヘタと果実の間隙に生息して果皮を加害する結果、果梗部に灰褐色のリング状の被害がでる。早い時期に加害されるほどリングが大きくなり、収穫期のリングの大きさによって加害された時期が推定できる。

7月以降になると果頂部への加害も開始され、9月頃までの果実肥大期に加害されると加害部にカルスが形成され灰褐色の被害となる。9～10月の果実の肥大が鈍くなった時期に吸汁されるとその部分にカルスが形成されないで、黒褐色の被害となる。品種や気象条件により被害発生時期や程度は若干異なる。

チャノキイロアザミウマによる被害には品種間差がみられ、一般に被害は果皮の滑らかな品種（ネーブル、文旦類、極早生温州など）で多く、果皮の粗い品種（甘夏、ハッサク、不知火など）では少ない。

成・幼虫ともに新梢も吸汁加害するが実害は



写真Ⅱ-15 チャノキイロアザミウマ

a. 成虫、b. 果梗部の前期被害、c. 果頂部の後期被害

（提供：口本文孝氏）

ない。

ii. 生態

成虫で越冬し、3月下旬頃に発芽直後の寄主植物に産卵を開始して繁殖が始まる。卵、幼虫（2齢）、蛹（2齢）を経て成虫となる。1年に7～9世代を繰り返す。本種は寄主範囲が広く（寄主植物約200種）、新梢で繁殖するため、柑橘園周辺の新梢が発生している寄主植物間で繁殖場所を移しながら世代が繰り返されている。柑橘類は本来はあまり好適な寄主植物ではない。園周辺のチャ、イヌマキなどで繁殖した後に成虫が飛来し加害する。柑橘園への飛来が多くなるのは、園周辺の寄主植物における各世代の成虫羽化期である。

柑橘園周辺の本種が寄生する防風垣などでの新梢発生量が多く、そこで成虫羽化期と刈込み時期が一致した時に柑橘園への飛来が特に多くなる。

iii. 対策

- ・光反射シート（タイベック）を設置することによって行動を攪乱し、被害を回避できる。元々本シートの設置は高品質果実生産を目指したものであり、本シートの利用によって果実の着色が早まり、赤みも増すために本種の加害部位が少々あってもマスクされてしまい、きれいなミカンに見えるという利点もある（写真Ⅱ-16）。本シートはカメムシ類に対する行動攪乱効果もあり、少飛来の場合には被害軽減効果が期待できる。
- ・シートの設置は早い時期から行なうと効果が高



写真Ⅱ-16 光反射シート(タイベック)の敷設状況

いが、園全面に早期から設置できないので、チャノキロアザミウマの前期加害対策として園の周縁部にまず設置する。多く飛来してくる方向が分っていればその部分を重点に設置する。6月下旬以降に全面を被覆する。

- ・防風樹が発生源となっているケースがあるので、刈込み時期に注意し、夏季に新梢が発生しにくい管理を行うことにより園内への飛来量が少なくなり、多発を防止できる。

⑪ミカンハダニ（写真Ⅱ-17）

i. 被害の状況

被害葉は葉緑素が抜けて白い小斑点を多数生じる結果、葉全体が白っぽく見える。多発すると旧葉の落下を助長し、樹の生育に悪影響を及ぼす。しかし、糖度などの果実品質への影響はほとんど見られない。

果実は着色期前の緑色の時期に加害されると、葉と同様に白っぽくなるが着色には影響がない。従って、極早生品種で着色期前に出荷するような場合を除いて実害はない。しかし、着色期以降に発生すると果実は着色不良となって商品価値が著しく低下する。

有機栽培では栽培年数が経過していくにつれて天敵の活動によって実害は出なくなる。

ii. 生態

卵から成虫までの発育期間は最適な気温では約2週間と短く、年12世代以上を繰り返す。休眠しないので、常に各発育段階の個体が混在しており、冬季でも暖かい日には活動している。3月頃から増加し、梅雨明け頃と9～10月に急増しやすい。盛夏期は高温で増殖量がやや低下し、土



写真Ⅱ-17 ミカンハダニ

a. 雌成虫、b. 卵

（提供：口本文孝氏）

着天敵の活動が活発になるため減少する傾向にある。

台風などの強風雨により密度は低下するが、通常の雨ではそれほど減少しない。樹上での密度が高まると風に乗って分散し、隣接する柑橘園に移動する。

iii. 対策

- ・有機JAS許容農薬としてマシン油乳剤がある。4～6月に数回マシン油乳剤を散布するだけで十分な効果がある。マシン油乳剤は果実品質、特に糖度に悪影響を及ぼさないように、できるだけ低濃度（400倍以下）で混用する。7月以降の散布は果実糖度を低下させ、果実の腐敗を助長するので行なわない。
- ・越冬量が多い場合は冬季～4月にマシン油（アタックオイル、ハーベストオイルなど）を散布する。但し、1～2月の厳寒期の散布は落葉を助長するので散布しない。

⑫ミカンハモグリガ（写真Ⅱ－18）

i. 被害の状況

新芽の表面に産みつけられた卵がふ化し幼虫が葉内に食入する。表皮組織を食害しながら葉肉内を不規則に曲がりくねって進む。食害された部分は表面のクチクラ層だけが残るため、光った白いスジ状の食害痕になる。食害痕が白い曲線のように見えることから「エカキムシ」と呼ばれることが多い。

若い時期に被害を受けた葉は食害部分の生育が妨げられ変形する。食入した幼虫の数が多いと小葉化し、早期落葉の原因となる。被害が激しい



写真Ⅱ－18 ミカンハモグリガの加害葉

（提供：口本文孝氏）

場合は生育に必要な葉数が確保できず樹の生育が抑制される。

食害部からかいよう病菌が侵入しやすくなりかいよう病の発生が助長される。葉と同様に果実が加害されることもある。

ii. 生態

成虫はクリーム色の地に黒い模様の入った翅を持った小さな蛾である。新梢の回りを飛び回っているが、体長が2～3mmと小さいので見つけにくい。越冬は九州や四国では成虫で行われるが、本州では不明である。春葉の被害は比較的少なく推移するが、7月以降に発生する夏秋梢では多発することが多い。

産卵は新梢が伸び始めると同時に始まり、新梢の伸びが止まって葉が硬化するまで続く。結果樹では夏秋梢の発生は少なく、発生したとしても冬季に剪除するので実害が生じることはない。しかし、苗木や隔年交互結実栽培園では新梢の発生が多いので問題になることがある。

iii. 対策

- ・特に有効な対策がない難防除害虫である。苗木を育成する時はある程度樹冠が大きくなるまで効果的な殺虫剤を散布する慣行栽培園で管理し、その後有機栽培園に植え付けることで、苗の生育を確保することも必要である。

（4）病害の防除対策

病害防除の基本は、園内の日当たり、通風、水はけ、乾燥をよくすることであり、日当たり、排水、乾燥、通風の良好な園になるように改善し、病害が発生しにくい環境を作る必要がある。但し、風当たりが強いとかいよう病を助長するので、本病が発生しやすい高糖系温州では風当たりの強い場所での栽培は適切な防風対策をとることができなければ避けた方がよい。

また、枯れ枝や発病葉梢の除去など伝染源量を低下させる耕種的な対策を地道に行う必要がある。高い感染阻止効果を示す殺菌剤の散布ができない有機栽培では、耕種的な対策の徹底は必須である。実施すれば実施しただけの効果が得ら

れるので、日頃から何気なく実行する「くせ」を付けておくことが大切で、園に入る時は常に剪定鋏を持っていき罹病葉梢や枯枝を見つけ次第剪除することが、被害の軽減につながる。

以下、有機栽培において実行すべき基本的な対策を示す。

①耕種的対策

i. 新梢の遅伸びを抑制

- ・枝や葉がだらだらと伸び硬化するまでの期間が長いと、それだけ病害虫の被害を受ける時間が長くなる。大部分の病気は硬化した葉や枝、果実には感染できないし、害虫も硬い葉は加害しにくい。病気も害虫も共に柔らかいところを好むと言える。
- ・いつまでもだらだらと新梢が伸びる原因は窒素が遅くまで効いているからで、窒素コントロールが大切になる。

ii. カルシウムの施用

- ・カルシウム不足土壌では補給が必要になる。写真Ⅱ-29はカルシウム資材（カキ殻石灰）を5年間継続施用した園と5年間無施用の園、それぞれの温州ミカン果実にカンキツ褐色腐敗病菌を4時間感染させたときの様子を示したものである。この菌は接種後1時間で感染が始まり、25℃前後の適温では4時間もあれば感染が成立する（左右の果実）が、カルシウム施用園の果実は発病せず、カルシウムが豊富だと病気に罹りにくいことが理解できる。さらに、接種後48時間を経過し無施用園の果実が激しく発病していても、施用園の果実は発病がかなり軽い。
- ・土壌中のカルシウム含量を測ることは簡単にはできないが、pHから大体の推測は可能である。最低でもpH5.5以上を目指しカルシウム資材を施用する必要がある。

iii. 肥培管理の改善

- ・黄斑病は耕土が浅く肥料分が不足した樹、結果過多の樹などの樹勢衰弱樹に発生が多く、生理障害とみなされていた時期もあった。窒素肥料の施用量と発病との関係をみると、葉中の窒素濃度が2.8%程度以下になれば発病が目

立ってくる。このため、堆肥など有機物を施すとともに、十分な肥培管理を行うことで樹勢を維持し増強していくことが大切である。

- ・かいよう病の発病と施肥量との関係については、窒素が過度に多いほど樹の生育は良くなるものの多発すること、リン酸も多いほど発病が多くなることが分っている。土壌分析の結果を基に発病を増やさない肥培管理が必要である。
- ・日焼け果とそれに伴って発生する炭疽病は細根が少ない園、根活性が低い園で多発するので、有機物資材を適切に施用して樹勢と根の活性を良好に保つと共に細根量の発生を促すことが大切である。

iv. 病害抵抗性の利用

- ・温州ミカンはそうか病に弱く、かいよう病には強い。中晩柑はかいよう病に弱く、黒点病にも弱いものが目立つが、そうか病は発生しない。レモンはそうか病とかいよう病に弱い。栽培樹種についての病害虫抵抗性の品種間差異をよく理解しておく必要がある。
- ・温州ミカンはかいよう病に強いが、園内に中晩柑を混植してであると多発することがあるので注意する。

v. 伝染源の除去

- ・病害の発生源になる剪定枝や夏秋梢、枯枝、落葉、発病した枝や葉、花卉、果実の処分を徹底する。これらの作業は休眠期、生育期を問わず行い、これらを見つけたら後回しにせず常に除去するくせをつけておく。小さな、あるいはほんの少しの病斑でも、そこで病原菌は爆発的に増殖する。園に行くときは必ずハサミやノコを携帯し、発病した枝や葉はもちろん、黒点病の伝染源になる枯れ枝の除去を徹底する。
- ・剪定枝の園内放置は黒点病を著しく増加させる。必ず園外に持ち出すか、チップパーなどにかけて細かくして土壌に還元する。さらに、伐採後の切株も黒点病の重要な伝染源なので、抜根して園外に持ち出すか、表面を焼いたり、肥料袋をかぶせて病原菌の飛散を防ぐ。
- ・かいよう病対策として、ミカンハモグリガの加害

により発病が激しくなる夏秋梢の剪除が特に有効である。

- ・ 秋季以降の園内では摘果果実上で緑かび病菌などが増殖して園内の菌密度が上昇し、腐敗果の多発生につながる。腐敗果を除去するだけで菌密度の上昇を防ぐことができ、腐敗果の発生が抑制される。

vi. 枝つり

- ・ 下垂枝を持ち上げ果実と地表面との距離をできるだけ離せば、褐色腐敗病菌の感染を少なくできる。

②物理的対策

i. 収穫果実のキュアリング

- ・ カンキツ果実腐敗の病原菌は果実の傷口からだけ感染する（軸腐病だけは例外で、生育期間中に既に果実に感染している）。枝の刺し傷や枯れ枝、小石がコンテナに入って傷の原因になる。これらの傷は大きく果実はすぐに腐るので発見するのは簡単であるが、とても小さな傷口からの腐敗の進行は遅く、なかなか気づかない。このため、長期貯蔵の中晩柑では長期貯蔵中にじわじわと腐敗果実が増加していく。
- ・ 傷口を塞ぐための方法が高温予措（温度35℃、湿度100%、4日間処理）である。高温予措にはキュアリング効果があり、傷口が塞がれることにより貯蔵中の果実腐敗が激減する。なお、高温予措には減酸効果も期待できる。

ii. 初秋季からの袋かけ

- ・ 果実に袋掛けをしておけば病原菌の侵入をほぼ完全に防げる。中晩柑では袋かけを9月から行うことで後期の黒点病、かいよう病の被害を軽減できる。但し、高温時期からの袋かけは袋内での落果を助長するという欠点がある。

iii. マルチング

- ・ ワラなどを厚く敷いたり、多孔質マルチシートを敷設して、雨水の果実への跳ね上がりを防ぐことで、褐色腐敗病の発生を少なくできる。

iv. 花弁落とし

- ・ 灰色かび病は花弁が病原菌の増殖部位である。このため、満開期に枝をゆすって花弁を落とす

と発病が激減する。ゆする代わりに高圧水で花弁を洗い落としてもよい（写真Ⅱ－24）。

③生態的対策

i. ほ場環境の改善

- ・ 病気が発生しにくい栽培環境にすることが重要である。大部分の病原菌は感染する時に水滴が必要である。胞子が発芽し、葉や枝、果実に侵入するまでの数時間、水滴が胞子の周りに保たれていなければ感染は起きない。褐色腐敗病は僅か1時間の水滴保持時間で感染が成立する。また、黒点病では25℃で12時間、そうか病では25℃で8時間、果面や葉面に水滴が付着していると感染し、発病につながる。
- ・ 感染阻止対策としては園内の通風、乾燥、日当たり、排水を良くして、樹体上の水滴保持時間をできるだけ短くすることが有効である。言い換えると、密植園では間伐や縮伐を行うと共に、個々の樹の内部まで光が入り込む整枝・剪定を心がけるということである。密植状態でなくても、防風樹の手入れを行い、明渠を掘り、排水を良くする必要がある。また、降雨の影響を避けるために、雨よけ栽培や施設栽培を行うことも病害予防には大変有効な対策になる。例えば、温州ミカン園で、防風樹にちょっと手入れをただけで黒点病の発生が激減したり、雨よけ温州ミカン栽培で黒点病やそうか病が問題にならないことなどはそのいい例である。但し、かいよう病だけは強風が発生を助長するので、防風対策は必須である。

(5) 主な病害の発生生態と対策

①そうか病（写真Ⅱ－19）

i. 被害の状況

温州ミカンの有機栽培で最も問題になる病害であり、無農薬栽培では本病が多発生して商品価値のある果実は生産できない。葉、果実、枝にいぼ型やそうか（かさぶた状）型の病斑が発生する。温州ミカンは弱く、中晩柑での発生は少ないが、レモンは弱い。いぼ型病斑は春葉の伸長中期までに発生し、そうか型病斑は伸長終了後も発生す



写真Ⅱ－19 そうか病

- a. 春葉のいぼ型病斑とそうか型病斑、b. 前年の枝と葉の病斑が伝染源になって発病した幼果のいぼ型病斑、
c. そうか型病斑が形成された果実の成熟状況

る。果実では果径1cmまではいぼ型病斑、それ以上になるとそうか型病斑を形成する。展葉初期から発生し、その後果実の外観を著しく阻害する病斑をつくるため、果実品質が大幅に低下する。

ii. 生態

旧葉の病斑で越冬し、発芽期から降雨のたびに伝染を繰り返す。気温が低く、降雨回数が多いと多発する。密植園や谷間など湿度の高い園で多発する。春葉に形成された病斑が果実の重要な伝染源になる。春葉の病斑上に大量の胞子が形成されるので、春葉での発生が目立たなくても果実で多発することが多い。果実の感受性は落弁後が最も高く、肥大するにつれて発病しにくくなる。

発生は9月頃まで続くが、商品価値に影響を与えるのは7月までの発生である。

iii. 対策

- 春葉に病斑を形成させないことが果実での発病を抑えるために最も重要である。春葉での発生を抑えるためには剪定時～発芽前にかけての発病葉梢の剪除が重要で、新葉の展開が始まる前までに発病葉を徹底して剪除する。1回見

回ただけでは不十分なので、数回は必ず実施する。さらに、発病した新梢葉も徹底して剪除する。

- 旧葉に少しでも発病がみられる場合には発芽前にボルドー液の散布が必要になる（表Ⅱ－11）。展葉初期（最も伸びた春芽が1cm程度の時期）の薬剤散布、春葉の発病抑制に最も効果的である。なお、展葉初期にボルドー液を単用で散布すると、石灰による新葉のやけを生じるので、この時期は薬害軽減を図るためにパラフィン系展着剤のアピオンEを加用するか、銅水和剤を用いる。
- ボルドー液や銅水和剤を多用するとミカンサビダニが多発するので、本種の果実への移動が始まる6月以降の使用はできるだけ控える。そのためには落弁期までの防除を徹底しておく必要がある。ミカンサビダニが多発する原因として、これらの薬剤散布によりミカンサビダニの天敵である寄生菌の密度が低下するためとの説がある。
- 有機JAS許容農薬としてボルドー液、銅水和剤、水和硫黄剤がある。

表Ⅱ－11 温州ミカンそうか病に対するボルドー液の効果（田代 2007）

3月13日	4月18日	5月23日	発病葉割合 (%)		発病果実割合 (%)		薬害
6-6式ボルドー	5-3式ボルドー	5-3式ボルドー	0	(100)	10.4	(83)	－
6-6式ボルドー	－	5-3式ボルドー	0.7	(96)	10	(83)	－
－	5-3式ボルドー	5-3式ボルドー	0.3	(98)	11.3	(81)	－
－	デランフロアブル	マネーシM	0.2	(99)	11.4	(83)	－
－	－	－	17.5		59.9		

注：()内の値は防除価（防除価＝100－（処理区の被害／無処理区の被害）×100）
果実に対するスターメラノーズは認められていない。

②黒点病（写真Ⅱ－20）

i. 被害の状況

有機栽培では程度の差はあるが恒常的に発生している。程度が軽い場合には消費者が気にすることは少ないが、激しい場合には商品価値が大きく低下する。幼果期から10月上旬頃まで長期にわたり発生する。梅雨期と秋雨期が主な感染時期で、多発した場合は果実外観が著しく阻害される。葉、果実、緑枝に0.1～0.5mmほどの黒点が発生する。枯枝直下の果実は濃厚感染し、雨滴の流れに沿った涙斑状や泥塊状の病斑が形成される。極早生温州の果実肥大期に感染すると、比較的大きな病斑になり、病斑表面にひび割れを生じる。着色初期に感染すると黒点の周りの着色が遅れ、緑斑黒点を形成する。

ii. 生態

伝染源は2つある。1つは樹冠内部の枯枝に柄胞子が形成され、降雨のたびに流れ出し、主に樹冠内部の果実が発病する。このため、枯枝のそばや下の果実で多発する。もう1つは切株や園の内外に放置された剪定枝で、これらに子のう胞子が形成され、風で運ばれて樹冠外周部の果実が発病する。多雨が発生を助長し、ハウス栽培での発生は少ないが、樹上からの灌水によって被害を生じることがある。黒点病斑部に胞子が形成されて二次伝染するようなことはない。



写真Ⅱ－20 黒点病

- a. 春葉への濃厚感染、b. 果実の泥塊状病斑、
c. 極早生温州に発生した緑斑黒点症状、d. 果実の黒点斑

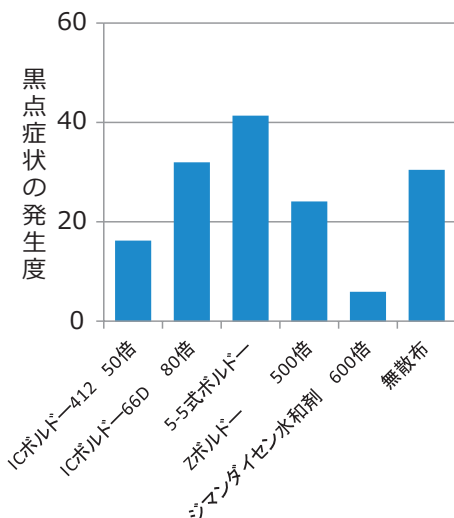
iii. 対策

- ・伝染源になる枯枝の発生を少なくするような管理をする。具体的には樹冠内部まで日光が当たるような整枝・剪定を行ない、新梢が伸び過ぎないように肥培管理を行なう。
- ・隔年交互栽培では枝が更新されるので枯枝の発生が少なくなる。但し、ミカンハモグリガの加害をひどく受けることがある。
- ・枯枝の除去を徹底する。園に入る時は常に剪定ばさみを携帯して、目に付いた枯枝を直ちに剪除する（写真Ⅱ－21）。樹冠内部の枯れ枝だけでなく、園内や園の周囲に放置している剪定枝の処分も重要である。間伐などによって生じた切株は掘り起こして園外に出して処分する



写真Ⅱ－21 黒点病の伝染源である枯枝の除去作業の様子

- a. 大きな枯枝、b. 枯枝の剪除、c. 剪除された枯枝の山



図Ⅱ-27 黒点症状に対する各種ボルドー液の効果
(田代2007)

注：6月24日，7月18日，8月29日の3回散布

か、肥料袋などをかぶせて子のう胞子の飛散を防ぐ。

- ・近隣の園内外に放置されている剪定枝や切り株についても同様の処分を行なう。自分の園だけをクリーンにしても油断は禁物である。地域全体での取り組みが大切である。
- ・有機JAS許容農薬としてはボルドー液、銅水和剤、水和硫黄剤がある。ボルドー液の効果は比較的高い(図Ⅱ-27)が、銅の薬害である黒点症状(スターメラノーズ)も発生する。このため、果実が肥大してくる7月以降の散布では銅の過剰な溶出を抑制するために、石灰の割合を高くしたものを使用する。

③かいよう病(写真Ⅱ-22)

i. 被害の状況

本病は細菌によって引き起こされ、慣行栽培においても防除が困難な病害である。有機栽培でも慣行栽培とほぼ同様の薬剤を使うことができるので、対策は慣行栽培に準じることになる。

葉、果実、緑枝に褐色のコルク化した病斑を形成するが、温州ミカ

ンは本病に強く、ほとんど問題にならない。但し、高糖系温州は比較的弱く、台風や強風が多い年には多発することがある。発病葉は落葉しやすく、特に葉柄部の発病は落葉を助長する。

5月から10月中旬頃まで長期にわたって発生する。果実に多発すると落果することがある。果実の発病は6月以降に目立ってくる。

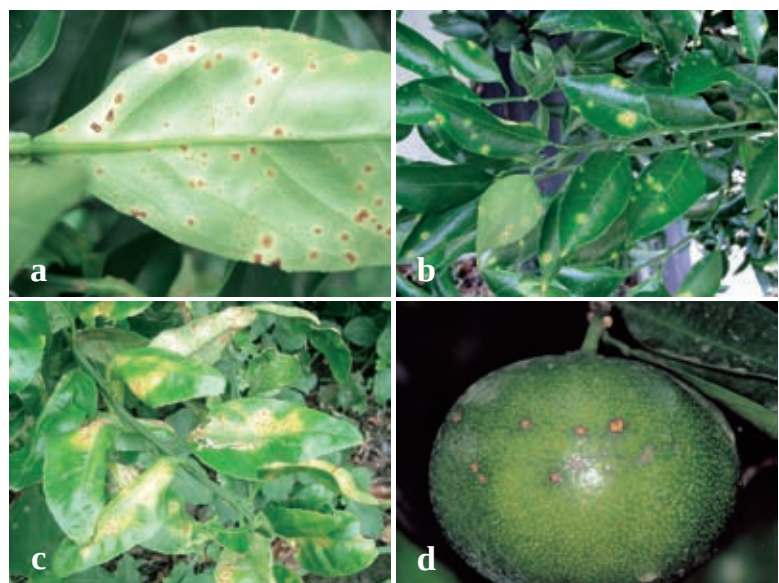
ii. 生態

病原細菌が気孔や傷口から感染する。風傷やミカンハモグリガの食害は発病を助長する。このため、風当たりの強い園で多発し、台風襲来後に急増する。暖冬の年や秋に台風が襲来した翌年に多発しやすい。

発芽1カ月前頃からの多雨は発病を助長する。特に強風があるとその後の発生が激しくなる。

iii. 対策

- ・風当たりの弱い園での栽培が基本である。風当たりが強い場合には防風ネット、防風垣の整備が必須である。
- ・剪定時に発病枝葉の剪除を徹底する。枝の病斑は伝染源として特に重要なので徹底して取り除く。夏秋梢に対してはミカンハモグリガの駆除を徹底し、発病葉梢は剪除する。
- ・新植園では発病苗を持ち込まず、ミカンハモグ



写真Ⅱ-22 かいよう病

- a. 葉身の初期病斑、b. 病斑とその周りの黄色いハロー、
c. ミカンハモグリガの加害痕からの発病、d. 温州ミカン果実の病斑

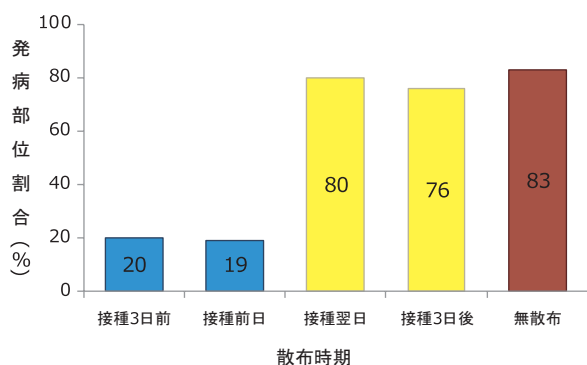
リガの駆除を徹底する。

- ・果実の肥大が始まってからの散布では手遅れである。春葉に病斑を形成させないことが果実での発病を抑えるために必須で、発芽1カ月前～春葉展葉終了時までの散布を徹底することが大切である。このため、罹病性品種では3月上旬までにボルドー液または銅水和剤を必ず散布する（表Ⅱ－12、表Ⅱ－13）。新梢が遅伸びする高糖系温州では発生が多いので、中晩柑と同様の対策を講じる。
- ・台風の襲来が予想される場合には、襲来後の散布では効果が劣るので、襲来の2～7日前までには散布する（図Ⅱ－28）。
- ・薬剤の残効期間はボルドー液で30日（累積降雨量で200mm）、銅水和剤で20日（同150mm）程度なので、この点を考慮して次の散布を実施する（表Ⅱ－13、図Ⅱ－29）。
- ・有機JAS許容農薬としては、ボルドー液、無機銅剤、硫酸銅・炭酸水素ナトリウム剤（ジーファイン）がある。ICボルドーは効果が高い分、他

表Ⅱ－12 3月下旬の降雨量が発病に大きく影響する（田代2007）

春葉の発病との相関係数		
3月	上旬	0.488
	中旬	0.469
	下旬	0.740
5月	上旬	0.175
	中旬	0.481
	下旬	0.080

注：佐賀県での調査データに基づく



図Ⅱ－28 かいよう病に対してコサイドボルドーは付傷接種前日までの散布で発病抑制効果を示す（田代2007）

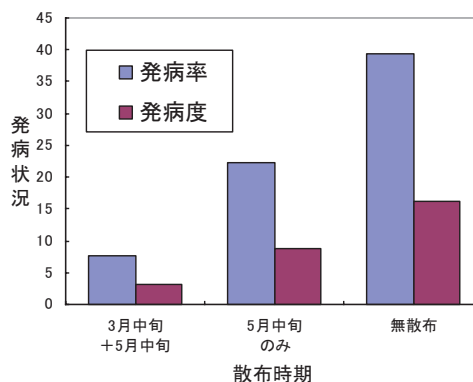
注：台風の襲来を想定した接種試験で、接種翌日以降に散布しても効果はない

表Ⅱ－13 かいよう病対策では3月中旬の薬剤散布が必須（田代2007）

散布時期				無散布に対する発病割合	
3月中旬	4月下旬	5月下旬	6月下旬	春葉	果実
●	●	●	●	0.3 (0.2-0.4)	0.5 (0.4-0.6)
●	—	●	●	0.3 (0.2-0.5)	0.3 (0.2-0.4)
●	●	—	—	0.4 (0.3-0.7)	0.9 (0.8-1.0)
—	●	●	●	1.0 (0.7-1.3)	0.8 (0.7-0.9)
—	—	●	●	1.3 (1.1-1.6)	0.7 (0.6-0.8)

注：1974～1976年の果樹試口之津のデータに基づいて算出

品種：福原オレンジ
散布薬剤：ボルドー液



図Ⅱ－29 春葉展開期の散布のみでかいよう病を抑えることはできない（田代2007）

の銅水和剤に比べてスターメラノーズが問題になるので、生育前半の薬剤として位置づける。また、ICボルドー 66Dの40倍では経費的に高くなるので、最重要防除時期の発芽前（2月下旬～3月中旬）に使用し、その後は80倍にするなど経費的な負担が軽くなる。なお、スターメラノーズの発生は品種によって大きく異なり、温州ミカンでは発生が少なく、中晩柑はかなり激しく出る。

④灰色かび病（写真Ⅱ－23）

i. 被害の状況

有機栽培では卓効を示す殺菌剤が使えないため、年によっては大きな問題になる。落弁期から幼果期にかけて発生する。落弁期の発生は花弁に灰色のかびを生じ落花を助長する。多発すると着果数が減少し減収を引き起こす。

幼果期に発生すると傷果になり、その程度が激しい場合には外観が著しく阻害される。発病花弁が幼果期まで果面上に残ると果実にかさぶた状の傷ができ、肥大につれて拡大して白くコルク化し、商品価値が著しく低下する。落弁期に発病した花



写真Ⅱ-23 灰色かび病

- a. 激発した花弁上に形成された大量の胞子
- b. 花と春葉の発病
- c. 幼果のコルク化症状
- d. 白くコルク化した果実病斑
- e. 貯蔵中の発病果実

弁が春葉に付着すると褐色同心円状の病斑が形成されて落葉するが、実害は少ない。温州ミカン、特に極早生では花数が多く花弁の離れが悪いので多発する。

花弁が落ちやすい中晩柑での発生は少ない。貯蔵中にも発生し、果実が腐敗する。

ii. 生態

病原菌は多犯性で多くの作物で発生する。開花期～落弁期に曇雨天が続くと発生が助長される。降雨量が多い時よりも降雨回数が多い場合に多発する。施設栽培では開花期前後が多湿状態になりやすく、多発する。貯蔵果実に発生すると隣接果に次々に伝染していき、被害が拡大する。

iii. 対策

- ・伝染源は花弁のみである。このため、満開期以降枝を揺るか、水を高圧で噴霧して花弁を落としてしまうと発病しない（写真Ⅱ-24）。
- ・貯蔵中は発病果の早期除去を徹底する。

⑤すす病（写真Ⅱ-25）

i. 被害の状況

葉、枝、果実の表面が黒色の菌糸で覆われる。葉に発生すると光合成が阻害され樹勢が低下する。果実は見かけが著しく悪くなって商品価値がな

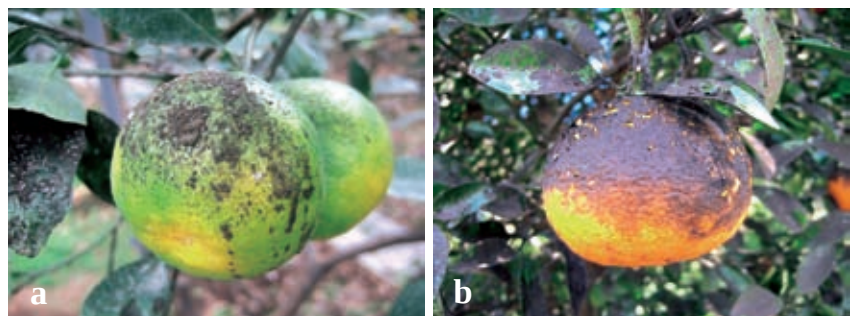


写真Ⅱ-24 灰色かび病の発生を抑制するための水噴霧による花弁落とし

くなる。

ii. 生態

カイガラムシ類、コナジラミ類、アブラムシ類が分泌した甘露を病原菌が栄養源として繁殖する。これら害虫の発生が多いほど激しく発病する。病原菌は樹体に侵入することではなく、表面だけに生



写真Ⅱ-25 すす病

- a. アブラムシの分泌物に沿って発生、b. 病斑が乾いてはがれた状態の果実

息している。風通しが悪い部位で発生しやすい。

iii. 対策

- ・カイガラムシ類、コナジラミ類、アブラムシ類を駆除する。密植状態を改善し、園内の通風・乾燥を図る。
- ・カイガラムシ類対策用の有機JAS許容農薬としてマシン油乳剤がある。

⑥日焼け果（炭疽病）（写真Ⅱ－26）

i. 被害の状況

有機栽培では細根の発達が良好な場合が多く、慣行栽培に比べて問題になることは少ない。8月下旬以降曇天が続いた後の晴天時に発生する。極早生、早生温州で被害が多い。

炭疽病は極早生や早生温州の果実の日焼け部や付傷部から発病する。褐色の病斑が拡大し、多湿時には表面にサーモンピンクの孢子塊が形成され、その後落果する。収穫時に発病していなくても、保管・貯蔵中や出荷中に発病することがある。

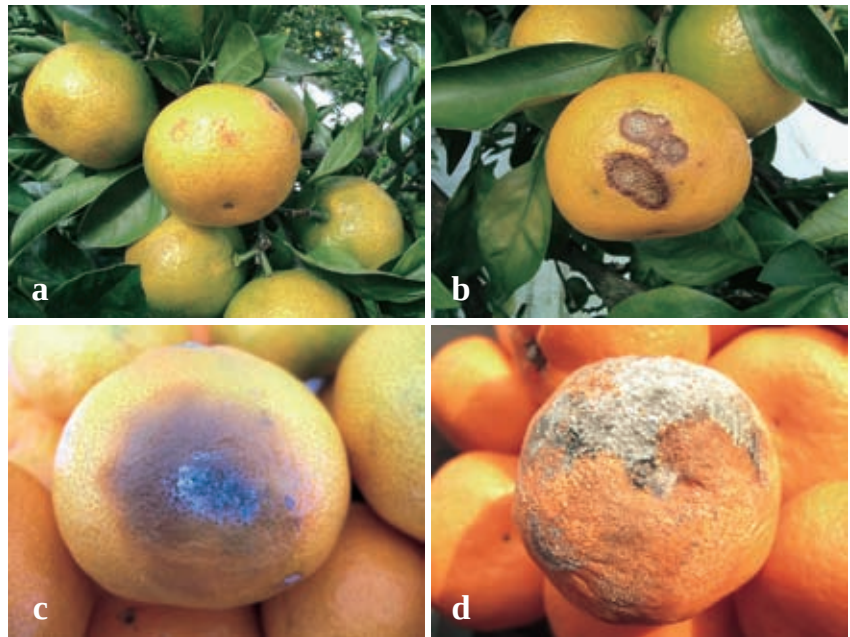
ii. 生態

根量の不足、根活性の低下による果実への水分供給不足が発生の原因である。果実成熟期に長雨で日照不足が続き果皮が軟弱になった状態で、その後に天候が回復して強い直射日光を受けるとその部位が日焼けを起こす。その結果、果皮組織が傷み、潜在感染していた病原菌が急速に繁殖して腐敗する。

収穫や選果の際に生じる付傷部でも同様に発病する。日焼け果は園地や園内の場所、樹によって発生状況が異なり、土壌の保水力が悪い園地や場所、細根量の少ない樹で多発する。

iii. 対策

- ・有機物を施用して土壌の保水力を高めると共に、細根量を増加させることが大切である。
- ・根量を保ち根の活性を良好にするために堆きゅ



写真Ⅱ－26 日焼け果と炭疽病

- a. 日焼けの初期症状、b. 日焼け部分から発生した炭疽病、
c. 貯蔵果実の症状、d. 発病果実に形成されたサーモンピンクの孢子塊

う肥など有機質資材を施用する。

⑦褐色腐敗病（写真Ⅱ－27）

i. 被害の状況

慣行栽培でも多発時には発病の拡大を抑えることはできず、防除困難な病害である。果実成熟期に地表に近い果実に淡褐色の病斑が形成され腐敗・落果する。発病果は生臭い独特の臭いを放つ。連続降雨や強風雨があると急増する。園地が冠水すると激発する。ハウス栽培でも雨漏り部位や雨が吹き込む場所で発生する。

収穫時に発病していなくても選果中や出荷中、市場で発病し、腐敗することがある。

ii. 生態

8月中旬以降の強風雨時に土壌中で増殖した病原菌が飛散して果実に感染し、急激に発病が拡大する。出荷中に被害が拡大することもある。土壌中の病原菌が降雨時に雨滴と共に跳ね上がって果実に感染する。感染成立時間は25℃で30分と極めて短い。

露地、ハウス栽培ともに樹上灌水の際に病原菌に汚染された川水や溜池水等を用いると広範囲に発生する恐れがある。マルチ栽培では発生は少ないが、台風等でマルチが剥がれると激しく発生



写真Ⅱ－27 褐色腐敗病

a. 落下した多数の果実、b. 樹上に残存している発病果実、
c. 発病初期の症状、d. 樹上の発病果実、e. 落下した発病果実

することがある。

落果した発病果や樹上に残った発病果には多量の胞子が形成され、発病が拡大し、収穫皆無になることもある。病原力が強く、コンテナや段ボール箱中で発病果と隣接した果実に伝染していく。

iii. 対策

- ・園内の排水をよくして地表の乾燥を図るとともに地面近くに垂れ下がった果実を吊り上げておく。
- ・病原菌は土中に潜んでいるため、光反射シートの設置によるマルチングは果実への病原菌の感染を防ぐうえで極めて有効である。また、敷

きわらは病原菌を含んだ雨水の跳ね上がりを防ぐために有効である。なお、台風前にはマルチがはげないように確認しておく（写真Ⅱ－28）。

- ・発病果は伝染源になるので、見つけ次第園内から除去する。
- ・カルシウム資材の施用で、発病しにくい果実になる。最低3年以上の施用が必要である（写真Ⅱ－29、図Ⅱ－30）。
- ・有機JAS許容農薬としてボルドー液、無機銅剤がある。

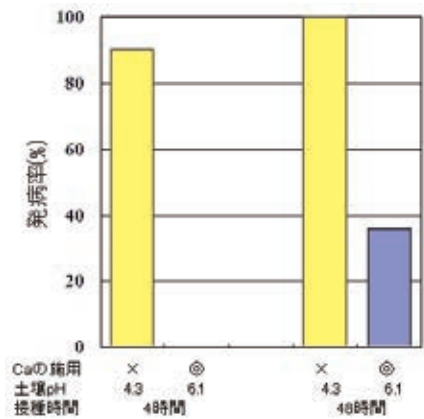


写真Ⅱ－28 タイベックマルチが台風ではがされて褐色腐敗病が激発し、落果している状況



写真Ⅱ－29 カルシウム資材施用園の果実は褐色腐敗病に感染しにくい

（注）上段：4時間接種、下段：48時間接種、中：施用園、左右：無施用園



図Ⅱ-30 カルシウム資材施用による褐色腐敗病の発病抑制 (田代2007)

注：カルシウム資材施用樹では4時間の感染ではまったく発病せず、48時間の感染でも無施用樹の約4割の発病にとどまっている

⑧果実腐敗（貯蔵病害）（写真Ⅱ-30、写真Ⅱ-31）

i. 被害の状況

卓効を示す殺菌剤を使用できないので、有機栽培では問題になることが多い。極早生温州、早生温州では果実の成熟期から出荷時にかけて発生し、高糖系温州では貯蔵中に発生する。病原菌の侵入門戸は果実の傷口のみである。

収穫期～貯蔵中の果実が腐敗する。発病初期は水浸状の病斑で、この時点では緑かび病、青かび病、こうじかび病、白かび病の区別はつかない。その後、緑かび病では腐敗の中心部に白いかびを生じ、数日で萌黄色になる。病斑周囲の白色菌糸帯の幅は青かび病よりも広い。

ii. 生態

病原菌は土壤中に生息し、土ぼこりとともに果面に付着して傷口からのみ感染する。収穫期に台風などの強風雨があったときやヤガの被害が多いときには樹上での発病が増加する。樹上での発病果が多い時や、地面に放置された摘果果実に胞子が形成されると発生が増加する。

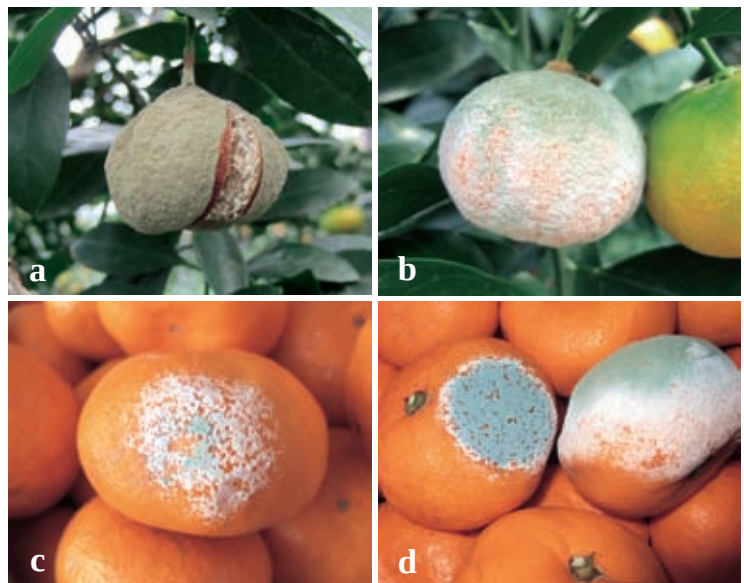
収穫時のハサミ傷から発病し、収穫コンテナに枯枝や小石などが混入して

いると果皮に傷が付き発病する。果実の運搬、選果が手荒で傷が付くような場合にも発病する。

貯蔵庫中の発病果の増加はその後の発生を助長する。貯蔵庫中で病原菌の胞子が夏を越して、その後の伝染源になることはない。

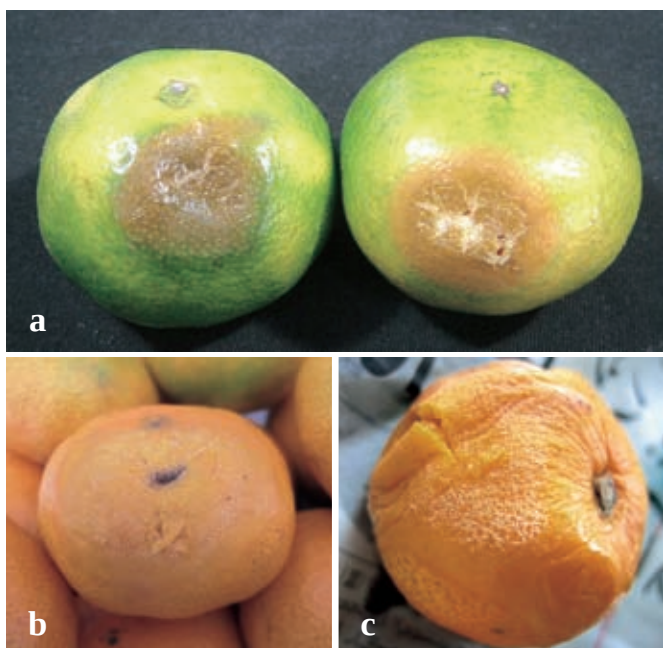
iii. 対策

- ・ 枯枝をこまめに除去して、収穫時にコンテナへの混入を避ける。
- ・ 胞子が形成された摘果果実や樹上の発病果は見つけ次第取り除き処分する。決して園内に放置してはいけない（図Ⅱ-31、図Ⅱ-32）。
- ・ 果実が過熟にならないよう適期に収穫する。雨の日や雨の翌日に果実に水滴が残っているような時には絶対に収穫しない。
- ・ 傷口からのみ病原菌は感染するので、果皮に傷を付けないよう収穫、運搬、選果を丁寧にする。
- ・ 貯蔵中はこまめに見回って発病果実を見つけ次第処分し、発病果を貯蔵庫の周りに放置しない。
- ・ 果皮中の水分含量が少なくなる午後に収穫した方が、午前中の場合よりも腐敗果の発生は少ない。果実が露で濡れている時の収穫や雨の翌日の収穫は絶対に行なわない（図Ⅱ-33）。
- ・ 石灰資材を施用して果実体質を強化する。土



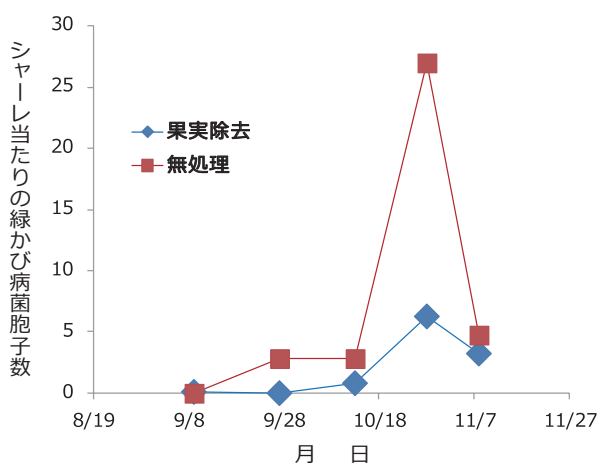
写真Ⅱ-30 緑かび病と青かび病

- a. 樹上の裂果に発病した緑かび病、b. 樹上での発生、
c. 発病中期の症状、d. 左；青かび病、右；緑かび病

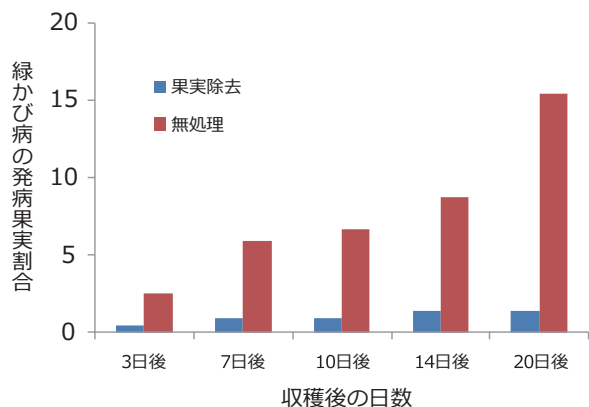


写真Ⅱ-31 白かび病

- a. 極早生温州の初期症状、b. 果実の刺し傷からの発生、
c. 接触伝染によって発病し、果実表面に形成された多数の胞子



図Ⅱ-31 落下果実の除去園では緑かび病菌の胞子飛散が少ない（田代 2007）



図Ⅱ-32 落下果実の除去園では緑かび病の発生が大幅に少ない（田代 2007）

壤に施用する場合は土壌分析の結果をもとに計画的に行なう（表Ⅱ-14）。

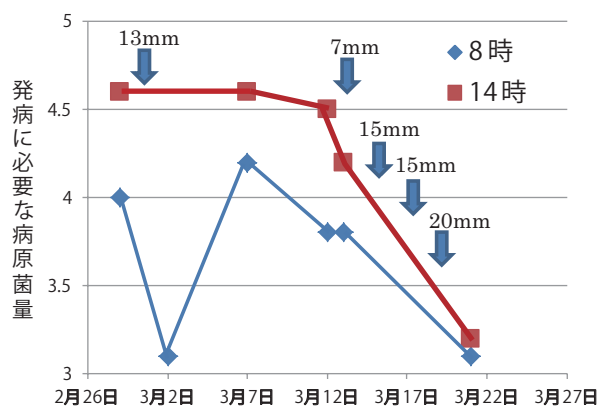
(6) 有機栽培における病害虫管理マニュアル

誰でも取り組める有機栽培病害虫管理マニュアルを表Ⅱ-15に示した。本マニュアルに従って管理した結果、表Ⅱ-16及び写真Ⅱ-32に示すような市場で十分に流通する果実を3.8～4.3トン10/a収穫できている。

表Ⅱ-14 カルシウム施用園では緑かび病の発生は少ない（田代 2007）

カルシウム施用状況	発病果実割合 (%)
Ca連続5か年連続施用園	8.5
無施用園-1	56.6
無施用園-2	43.2

注：収穫前の防腐剤は無散布、傾斜角20度のコンクリート坂道を5メートル転がしてポリ袋に入れ、14日経過後に調査



図Ⅱ-33 レモンの白かび病の発生には収穫時刻と降雨が大きく影響している（田代 2007）

注）アメリカでの調査事例。白かび病はわが国では9月～10月にかけての温州ミカンに発生する果実腐敗の主要な原因になりつつある。

縦軸は、レモン果実に付けた傷の部分での発病に必要な病原菌（白かび病菌）の胞子の量（単位は10の3乗個；1,000個から10の5乗個；10万個まで）を示している。発病に必要な胞子数が多ければ多いほど発病しにくいことを、少なければ少ないほど発病しやすいことを示している。

↓は降雨の状況を示している。8時と14時は果実の収穫時刻。この図から8時に収穫した果実よりも、14時に収穫した果実が発病しにくいことがわかる。さらに、雨がずっと腐りやすい果実になることがわかる。カルシウム施用園では緑かび病の発生は少ない。

表Ⅱ-15 有機JAS規格に準拠した温州ミカン病害虫総合管理体系（佐賀県2005）

時 期	対象病害虫	必ず行う管理		発生に応じた管 理	防除の要否及び目的
		薬剤防除	耕種の防除		
年間を通じて	ゴマダラカミキリ カイガラムシ類		・削り落とし ・捕 殺		
冬季 (剪定時)	そうか病 かいよう病		・罹病枝葉の剪除		・伝染源として重要なので徹底して剪除する。 ・Ca 剤施用で果実体質を強化する。
	黒点病		・枯枝の剪除 ・剪定枝の処分 ・切り株の処分		
	果実腐敗		・Ca 剤土壌施用		
12 月 または 3 月	ミカンハダニ カイガラムシ類			・マシン油乳 剤(97%)	・多発時のみ散布する ・樹勢低下樹には散布しない。
3 月上旬 (発芽前)	そうか病 かいよう病		・罹病枝葉の剪除	・ボルドー (6-6 式)	・罹病枝葉の剪除を徹底する ・そうか病の罹病葉がある場合には必ず散布する。 ・かいよう病罹病性品種では必ず散布する。
4 月中下旬 (展葉初期)	そうか病 かいよう病	・ボルドー (5-3 式)	・罹病枝葉の剪除		・ボルドー液には石灰による薬害防止のためにアビオン E を混用する。
5 月中下旬 (落弁期)	そうか病 黒点病 かいよう病	・ボルドー (5-3 式)	・罹病葉の剪除 ・枯枝の剪除 ・罹病葉の剪除		・3 病害の重要防除時期、必ず散布する。
	灰色かび病		・花卉の除去		・発生源になる花卉の除去を徹底する。
5 月下旬	チャノキイロ アザミウマ		・光反射シートの設置		・物理的防除、褐色腐敗病対策としても有効。
6 月上旬～ 7 月中旬	そうか病 かいよう病		・発病葉梢の剪除 ・発病果実の除去	・ボルドー (6-6 式)	・春葉、幼果での発生が多い場合に散布する。
	ゴマダラカミキリ		・成虫、幼虫の捕殺 ・株元ネットの設置	・ボーベリア菌	・ボーベリア菌は多発園で使用し、できるだけ広域に施用する。
	ミカンサビダニ	・水和硫黄 剤			・かけむらのないように散布する。
6 月上旬～ 9 月下旬	黒点病		・枯枝の剪除		・唯一の黒点病対策として継続して実施する。
8 月下旬	ミカンサビダニ			・水和硫黄剤	・果実被害が認められる場合に散布する。
収穫 1 か月前～	果実腐敗		・園内の発病果実の除去		
収穫～ 出荷時	果実腐敗		・収穫は午後		・果実を傷つけないよう、ていねいに扱う

本マニュアルの要点は以下の通りである。

①ボルドー液を必ず散布する

そうか病は商品化率を著しく低下させる。このため6-6式ボルドー液またはICボルドー 66D 80倍液を3月中旬に必ず散布する。さらに、4月中下

旬（展葉期）、5月下旬（落弁期）にも散布する。この頃はボルドー液中の石灰による薬害を生じることがあるので、石灰の量を減らした5-3式ボルドー液を用いる。ICボルドー 66Dの場合にはパラフィン系展着剤であるアビオンEを加用することで石灰

表Ⅱ-16 有機JAS規格に準拠した温州ミカン病害虫総合管理体系（佐賀県2005）

試 験 区	薬剤 散布 回数 (回)	化学合成 農薬 投下数	耕種の対策	病 害 虫 の 発 生				商品化率 ³⁾	
			そうか病葉	そうか病	黒点病 ²⁾	ミカン	チャノキイロ	基準 A	基準 B
			枯れ枝	発病	銅の葉害	サビダニ	アザミウマ	一般流通	生協
			除去回数 (回)	果率 (%)	含む (被害度)	被害果率 (%)	被害果率 (%)	優品以上 (%)	出荷用 (%)
試験 3 年目									
① 有機栽培(JAS基準)	2	0	2	11.1	24.9	45.0	6.7	7.2	47.0
② 完全無農薬	0	0	0	62.1	20.5	50.0	7.9	0	5.0
③ 一般管理	6	10	0	2.7	14.6	0	2.2	100	100
試験 4 年目									
① 有機栽培(JAS基準)	5	0	2	0.4	38.4	0	5.6	14.0	90.8
② 完全無農薬	0	0	0	76.0	調査不可 ⁴⁾	24.7	10.7	0	2.0
③ 一般管理	6	10	0	0	0.2	0	1.0	95.0	100

注：基準A：黒点病の被害程度が1以下で、その他の病害虫による被害がまったく認められず、一般流通の優品以上として取り扱える果実、基準B：黒点病の被害程度が3以下、その他の病害虫による被害程度が2以下で、外観がやや劣るが生協用の青果として取り扱える果実



完全無農薬

JAS有機

一般慣行

写真Ⅱ-32 有機JAS規格に準拠した病害虫管理マニュアルに従って管理を実施し、収穫した温州ミカン

注：有機栽培区では光反射シートを敷いているために果実の赤みが強い。黒点病が少々発生しているが、赤みで目立たず、一般慣行区の果実よりもきれいに見える（佐賀県2005）。

の葉害を回避できる。3月から5月にかけてのボルドー液の散布は、かいよう病の予防も兼ねている。また、5月下旬（落弁期）の散布は黒点病の予防にも寄与している。

②水和硫黄剤を必ず散布する

ミカンサビダニの加害は商品化率を著しく低下させる。このため、水和硫黄剤400倍を必ず散布する。

③マシン油乳剤をカイガラムシ類の発生に合わせて散布する

カイガラムシ類の発生を見極めながらマシン油乳剤を散布する。マシン油乳剤を散布すると各種病害の発生が助長されるので、マシン油乳剤の散布前にボルドー液を散布しておくことが必要である。

④病気に対する耕種的対策を徹底する

有機栽培では耕種的対策に頼らなければならぬ。表に示すように、剪定時にはそうか病・かいよう病の発病葉梢と黒点病の伝染源である枯枝を徹底して除去する。また、4月～9月まで徹底して枯枝を剪除する。落弁期には樹や枝をゆするか、水を高圧で噴霧して花弁を落として灰色かび病の発病を防ぐ。

⑤害虫に対する耕種的対策

年間を通してカイガラムシ類を駆除する。ゴマダラカミキリは見つけ次第捕殺する。ゴマダラカミキリが多発する所ではボーベリア菌の設置も有効である。チャノキイロアザミウマ対策として白色光反射シートを敷設する。

11) 収穫・出荷・貯蔵

(1) 適期収穫

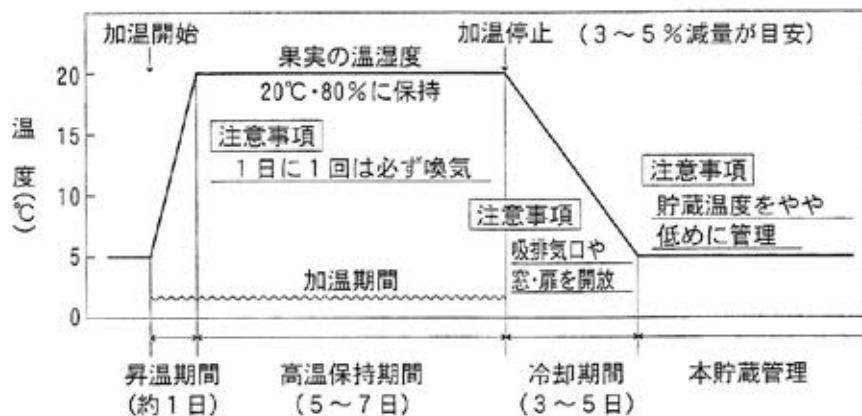
収穫時期は、果実の内容（糖、酸、袋の硬さ、食味）と着色、気象から判断する。近年、秋期～晩秋期に気温が高く浮皮や過熟による果皮障害（クラッキング）が発生しやすくなっている。浮皮果や果皮障害果は腐敗しやすく、このような障害が発生する前に収穫することが肝要である。また、収穫は着色が良く充実した果実から始め、着色の悪い果実は遅く収穫する。分割採収は品質を揃える上で重要であり、品質管理の基本である。貯蔵中の腐敗果の発生原因には、ハサミ傷や引きもぎ、コンテナ移し替えなどで傷めた果実が圧倒的に多い。収穫時や貯蔵の際の丁寧で優しい取扱いが非常に重要である。

(2) 予措と貯蔵

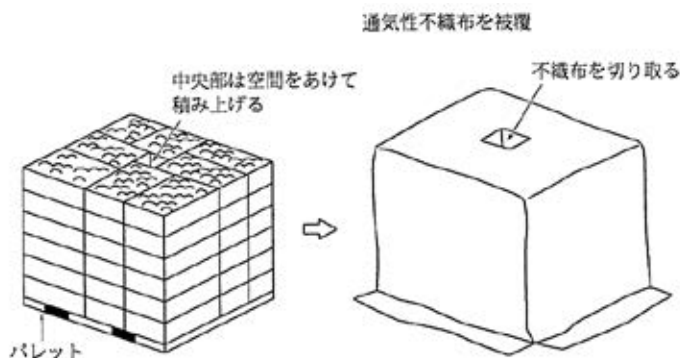
乾燥予措は、収穫果実を風通しの良い日陰に1～2週間保管し、果実重量を3～4%程度減少さ

せる。果皮がしなやかで腐敗しにくい果実になり、貯蔵性が高まる。長期の貯蔵が必要な場合は4～5%の予措を行う。高温予措は、図Ⅱ-34の手順で行われ、20℃に5～7日間保持することにより果皮や果肉の着色が改善される。果皮の緑を抜く場合は、15～17℃で5～7日間保持する。いずれも湿度は80%程度に維持し、1日に1回以上喚起をして庫内の空気を入れ替える。

温州ミカンの最適貯蔵温度は3～6℃で、貯蔵湿度は85%である。90%以上の過湿状態になると、予措もどりが起こり浮皮が発生しやすい。腐敗果の点検と、庫内の換気は定期的に行う。1～2月の気温が低い時には昼間に、気温が上がってくる3月は夜間に換気を行う。専用貯蔵庫がない場合は、図Ⅱ-35のような簡易貯蔵法が考案されている。平型プラスチックコンテナの上に果実を7～8分詰めしたコンテナを、中心部だけ隙間を開けて並べ積み上げる。周りを多孔質フィルム（タイベック）で覆い、真ん中だけ窓を開け換気ができるようにしておく、2カ月程度貯蔵ができる。



図Ⅱ-34 温州ミカンの高温予措の方法（牧田 2002）



図Ⅱ-35
不織布を使った温州ミカンの
簡易貯蔵法（牧田 2002）

5. 先進的な取組事例紹介

1) 独自の技術を駆使し大規模有機ミカン作を実現

—園地交互結実、山土・イネ科草生等活用—

【佐賀県鹿島市 佐藤農場(株) 佐藤 睦氏】

①経営概要

佐藤農場の柑橘園地は、日本三大稲荷の一つ祐徳稲荷神社のある鹿島市の有明海を見下ろす丘陵地に分布する。佐藤氏は1968年からミカン栽培を始め、1984年まで慣行栽培であったが、「まずは生産者が健康で、消費者に安全安心な農産物を食してもらう」ことを理念に掲げ、年12回の農薬散布を年3回に減らした減農薬栽培に移行し、さらに1987年から全圃場5haのうちの3haで無農薬、無化学肥料の取組を開始した。2001年に有機JAS認定制度の開始と同時に全柑橘園7.6haの認定を受けた。

当時、ミカン価格低迷のため周辺で荒廃園が多く、これらの園地9haを借り受け（写真Ⅱ-33）、現在、柑橘園は20haと拡大し（温州16.5ha、中晩柑（不知火、甘夏、清見、ハッサクなど）3.5ha）、全てで有機栽培を行っている。

労働力は夫婦2人と18名の雇用（うち12名正社員）で、夫婦以外の平均年齢は32歳と若い。

栽培面積20haのうち有機JAS認定園は17ha、生産量は24年産が約250t（青果190t、加工60t）、販売額約5,000万円（加工品を含む）である。一般には有機農産物であることが価格に反映され



写真Ⅱ-33 園地再生で温州ミカンが復活
（提供：佐藤 睦氏）

ない中で、毎年200円/kg程度の単価で契約販売ができています。

これまで有機農業の大規模化は困難とされてきたが、隔年交互結実方式による効率的な栽培方法を確立すると共に、長年の努力で販路を拡大し、我が国最大規模の有機柑橘経営に発展している。

②温州ミカンの栽培概要

園地は標高60～300m、傾斜7～20度、日当たりは全園で良好である。品種構成は極早生9.0ha、早生3.5ha、中生2.0ha、普通2.0haで、栽植距離は2.5m×2.5mが基本である。

全収穫量の7割が青果向けで、病虫害被害による外観不良果の3割は加工向けである。

③栽植・整枝・剪定

栽培の多い極早生品種は、安定して連年結実する特性があるので、水平以下の枝は全て切る方式で対応している。これにより3S未満の商品価値のない果実が結実する無駄な枝が剪除され、S以上の果実が着果する枝に重点的に肥料養分を集中でき、施肥量を慣行栽培の1/3～1/5まで少なくしている。

一方、早生、中生の品種は隔年結果しやすく、収量の年次間差が大きいので、2009年から園地の隔年交互結実方式を導入した。この栽培法では果実の大部分が2S～Mに揃うので、摘果が不要である。さらに果実糖度が連年結実栽培に比べ1～2度も高まり、また果実外観がきれいになるなど多くのメリットがある。この技術により大規模化が可能になった。また、園地の隔年交互結実栽培では、遊休年には親指大の枝を全て剪除するので除葉率は70～80%にも達するが、これにより枯枝が全て剪除され、次の結実年には黒点病被害が大幅に低下する。さらに、そうか病の罹病葉梢、カイガラムシ寄生の枝や葉梢、ミカンハダニが寄生した葉の大部分が剪除され、これら病虫害による被害が激減することも、この栽培法の特徴である。

④土づくり・施肥対策

イネ科のフルーツグラスの草生栽培を全園で行い、その根による土壌物理性の改善を図ると共に、年に2回の草刈りを行って腐植の供給源にしてい

る。

苗木に対しては、400kg/10aの山土を樹冠下に半径20cm、厚さ20cmになるように客土している（長崎県諫早市より多孔質玄武岩系安山岩を年間約60t、4,000円/tで購入）。成木に対しても幹の周りの土壌が流亡しているような場合には、同様の客土を行う。これによってミネラルが補給され、表層の土壌流亡対策にもなっている。苗木に対する客土は最低5年間は継続している（写真Ⅱ-34）。これらの取組により、土壌中に保水能の高い有機物の層が形成され、降雨の多少に左右されない高品質果実の生産ができ、また細根量が増加するので、慣行栽培で問題になっている日焼け果の発生が少ない。また、法面ではチガヤを伸び放題にしておき、それを刈り取って株元に敷いている。

施肥は養鶏専門農協の発酵鶏糞堆肥（窒素成分2.4%）を春肥（2～4月）として、1回当たり1t/10aを施している。数年前から草生栽培による緑肥効果と発酵鶏糞堆肥の施用で地力窒素が高まったため（葉色で判断）、これらの施用は年によっては行わず、替わりにコンブ溶液2,000ℓ/10a及びカツオエキス2,000ℓ/10aを2～5月にそれぞれ1回土壌に施用している。また、多孔質玄武岩系安山岩を通してミネラルが豊富になった井戸水を4～10月にかけて毎月1回、平均300ℓ/10aを葉面散布している。隔年交互結実の遊休年でも、結実年の場合ほどではないが、それぞれの樹の状態に応じた施肥を行う。これらの経費は総額で



写真Ⅱ-34 株元への客土によるミネラル補給（左）と敷ワラによる有機物施用（右）

8,000円/10a程度である。

他に有機物の補給として、地域の農家から稲わら、麦わらを購入し、200kg/10a程を施用している。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

極早生品種は連年結実させ、早生・中生・普通品種は園地毎の隔年結実栽培である。おいしくて消費者に好まれるSサイズのみかんを作ることを目指した結実管理をしており、摘果が不要なので大部分が3S～Mサイズにおさまっている。

⑥圃場・雑草管理対策

全園でフルーツグラスの種子を11月に播種し、草生栽培をしているが、草を大事にし、なるべく刈らないことを基本としている。春先には20cm程度の高さになり、その後どんどん伸びてくるが、4～6月はそのまま伸び放題の状態にし、棒で倒していくだけにし、これにより夏草が生えにくくなる（写真Ⅱ-35）。8月下旬に第1回目の草刈を行い、うまくいけばその後は草刈りをしない。以前は年5～6回の草刈りが必要だったが、今は草を利用した抑草対策がうまくいき、多くても3回で済ませている。



写真Ⅱ-35 フルーツグラスの草生栽培
（6月までは刈らずに棒で倒していく）



写真Ⅱ-36 地表面に有機物の層が形成される
（提供：佐藤 睦氏）

⑦病虫害対策

ミカン園の中に桜、カリン、ビワ、ヤマモモ、ツバキ、トチノキを混植し、生態系の多様化を図っている。この結果、園内にはコガネムシ目27科、カメムシ目18科、多くのクモ類等が確認されており、特にテントウムシやクモ類等の天敵が多く生息している。このため、害虫が多発することは少ないが、ゴマダラカミキリムシは見つけ次第補殺し（10aを1日で回るのに2人は必要）、カイガラムシも寄生している枝を見つけ次第年間を通して剪除している。ミカンハダニは天敵が多いため、過去25年間ほとんど発生したことがなく、マシン油乳剤の散布は不要である。果実に寄生したカイガラムシ類は選果時に手で取り除いている。カイガラムシは未熟な堆肥を施すと発生が多くなるようである。ミカンサビダニはとても小さいので見つけにくく、毎年どこかの園で発生し問題になるが、ひどいわけではない。

カメムシ対策としてニームを散布している。竹酢とニームを混ぜることで忌避効果が高まるのではないかとみている。カメムシには園内の1～3本に集中して加害させ、その他の樹への加害を少なくしている。10月以降の果実成熟期に加害するカメムシ類の対策として、除草しないで雑草にカメムシ類を定着させておくことが最も効果的だとみている。なお、これらのカメムシに対するニーム液散布の効果は低い。一方、草生栽培のためカタツムリ類の発生が多く、収穫期に果実を食害するので困っている。特に被害が激しい園は2カ所なので、これらの園地に限って除草の回数を多くしている。

黒点病対策は伝染源である枯枝の除去を年間を通じ徹底している。時間と暇があれば枯枝を落

としているという感じである。そうか病とかいよう病は、窒素過多にならない施肥管理で対処し、罹病葉梢の剪除を徹底している。また灰色かび病対策として、ミネラルの葉面散布の際に花卉を水圧で落とすと共に、枝を揺すり花卉除去を徹底している。収穫後問題になる果実腐敗対策は、果実の傷が原因なので収穫時や選果時の果実の丁寧な取扱いを徹底している。

以上の対策で、量販店での販売時に外観の悪さについてクレームがつくことはない。なお、日焼け果対策としてミネラル水散布時に、にがりをも10,000倍になるように加用しており、日焼け果の発生は周辺の慣行栽培園に比べ極端に少ない。

⑧流通加工・販売状況

全収穫量の7割が青果向け、病虫害被害による外観不良果の3割は加工向けである。生食用ミカンの販売先は有機食品店が7割、宅配2割、直売1割である。なお、光センサー選果機を使い糖度15度以上を「昭和みかん」、13度以上を「特上みかん」と銘打ったギフト商材として選別販売している（写真Ⅱ-37）。

消費者ニーズに対応し、有機栽培ミカンの加工品を商品化しており、自社加工工場が2012年1月に稼働している。温州ミカンストレートジュースを1本200円/180mlで年間35,千本程販売したり、夏季限定商材として7～8月に「シャーベットみかん」を販売しているほか、飲むみかん酢&青みかん酢を開発・販売している。これら加工品はアトピー性皮膚炎治療施設でも購入され、ロコミで広がり化学物質過敏症の方も顧客になっている（写真Ⅱ-38）。



写真Ⅱ-37 非破壊糖酸度測定器による選別



写真Ⅱ-38 ジュース、マーマレード加工品

2010年には第16回環境保全型農業推進コンクールで大賞の農林水産大臣賞を、2011年には第8回野菜ソムリエサミットみかん購入評価部門で大賞を受賞し、このことも販売の追い風になっている。

このような営業努力や加工品の販売により顧客を獲得し、有機栽培が理解されることで「さとうのみかん」ブランドが確立し、青果の価格は取組が始めた頃の2.5倍の価格200円/kgで契約販売ができるようになっていく。

2) 土づくり・隔年交互結実で有機ミカンの安定生産

一省力化や微生物・天敵を重視した技術を駆使—

【愛媛県八幡浜市 菊池正晴氏】

①経営概況

菊池氏の柑橘園がある愛媛県八幡浜市西宇和地区は、日本一の「日の丸ミカン」産地として有名であるが、近年温暖化の影響もあり、伊予柑、甘夏などに加え高糖系の不知火、紅マドンナ、甘平など中晩柑が増加し柑橘経営の安定化が図られている。

菊池氏の果樹園の多くは沿岸部から数kmまでの標高80～250mの地にある。営農の主体は柑橘類で、果樹園約500aのうち、温州ミカン150a、はるか80a、不知火70a、紅マドンナ40、甘平20a、甘夏10a、レモン10aの他、キウイフルーツ30a、柿10aからなる果樹複合経営である。近年愛媛県が育成した紅マドンナ、甘平の7割が未成園である以外は成園である。

柑橘園の多くが12～20度の傾斜地にあり、園地は西南西向き、土質は緑泥古世層で地力は高く、作土は約30cm、土層深は1mと柑橘に適している。

労働力は夫婦2名と雇用2名（うち非常勤1名）のほか、臨時雇用が約250人日/年である。

学生時代から環境問題に関心を持ち、1974年に卒業後しばらくは減農薬栽培を行っていたが、1989に生協との農薬2原体による栽培に踏み切

り、失敗は多々あったが自分にも安心、安全な有機栽培技術を身に付けてきた。有機JAS認証は2006年に自然農法国際研究開発センターから受け、新植園、農薬ドリフト懸念のある沿岸部40aの園地、柿園を除き有機認証を取得している。

古くから生協、有機農産物や自然食品等を扱うスーパー等との取引を始め、1989年には集落の環境保全型農業に取り組む15人（うち有機農業取組者4名）で「保内生産者グループ」を結成し、リーダーとして生産・販売面で組織をまとめ活躍している。

最近の柑橘類の出荷量は、温州ミカンが約20t、中晩柑を含めて約60tの生産量があり、主な取引先は関東、東海、北海道の生協や関東給食会並びに有機栽培の強みを活かしマルタ、オイシックス、ナチュラルハウス等への販売、さらに、近年流通業者との連携で通販を伸ばし、再生産可能な価格を前提とした取引を行っている。

②温州ミカンの概要

温州ミカン150aは全て成園で有機JAS認証を取得している。単収は慣行栽培並みであるが、1、2割の裾物をはねた出荷量は2.0t/10a程度である。

主な品種は早生では興津早生、あけぼの早生、中生では愛媛中生が多い。

15年前から作業の省力化と園地の栽培環境の改善並びに豪雨による土砂崩壊防止のため、順次独自で園地改造を行っている（⑨の特記事項参照）。

温州ミカンの有機栽培を容易にするため、多くの創意工夫をしているが、特に主幹別隔年交互結実方式を実践したことにより、病虫害抑制と単収の向上・安定並びに省力化が図られ、経営改善効果が高い。

③植栽、整枝・剪定

新植地の幼木は、以前は3年間農薬を散布し、除草剤を使い樹を大きくしていたが、病虫害抵抗性のない樹が育ち、有機栽培園で2年程経つと病気が出やすく、カイガラムシも発生し問題があった。そこで今は、1年生苗を購入後、植付け1年目の春から7月まで除草剤や有機JAS許容農薬を使

い、他の条件は有機栽培と同様にして育てている。こうして夏芽が出ればあとは順調に育つため、2年目に有機栽培に移行し、3年目で結実させ、JAS有機の転換期間中農産物にできるので、育成方式を変えた。新植園では早く現場に順応させるため、苗木育成時に有機質肥料で育て細根が出るように注文を出している。

園地改造後の植栽密度は、植付け時点では約200本/10a植えを基本とし、樹冠が拡大する6年生以降に間伐して、約100本/10a（4m×2.5m）程度にしている。

葉の光合成能力は枝の層厚が60cmまでとされるため、作業の便から樹高は約2mとしている。

整枝・剪定は、6年前から隔年結果防止と病虫害抑制を兼ねて、有機栽培に向けた隔年交互結実方式を取り入れ成果を上げている（写真Ⅱ－39）。高度な整枝・剪定法は雇用労働者には無理なので、技術単純化の意味も大きい。この方法では、1年毎に果実を成らせる生産部と、枝毎剪除して果実を一切成らせない遊休部を1年置きに設ける。果実を全部残した枝は弱るので、来年は遊休部の枝に結実させる。隔年交互結実方式への移行は、病虫害の寄生した枝の除去・更新から始まった。上島の人々は隔年結果防止のために葉を除去し、結果枝を除き小さい芽を出させたが、ここで始めたねらいは主枝の短縮と垂主枝の数を1～3月に減らす方法である。従来研究されてきた隔年結果防止策としての隔年交互結実方式は、従来と同じ剪定方式を前提としていたので、芽が多く出て枝と枝の間隔が狭すぎて密植状態になり、

着色・食味が悪かった。しかし、全体が垂主枝のみなら良く日が当たり、着色も味も良いものが出る。この方式により半分遊んでいる方の遊休部から7月以降に夏芽が発生して翌年の結果母枝になり、翌年、従来比で倍以上結実させることが出来、生産量も慣行栽培と同等かそれ以上になるので、隔年結果が少なくなる。

なお、発芽を早くさせるため、剪定は1月から3月に行っている。

④土づくり・施肥対策

土づくりは特に大切だと考え、改造園地では最初に土壌団粒化を狙い2年間で3tの完熟発酵鶏糞を入れ、あとは入れない。但し地力の低い園には、完熟豚糞堆肥をさらに3年腐熟させたものを3年に1回投入している。園地は改造時に天地返しをしているので有効土層は深く、灌水はしていない。有機栽培では細根が広がり養分吸収範囲が広く、葉は広がり光沢がある（慣行栽培園の葉は丸まっており精気がない）。土ができると土壌が軟らかくなり、草がみな手で抜けるようになる。

施肥面では、抗生物質未使用の微生物が多い特定企業の発酵鶏糞（N：2%）を、樹の状態を見ながら、1本当たり約2kgを基本に、表面施用している。発酵鶏糞は、他の仕事との係わりの中で、冬春季（1～3月）または秋季（10～11月）に施すほか、その施用期とは異なる時期に、特注品の魚肥ボカシ（N：6%）を表面施用している。これら有機質資材は、土壌微生物の餌という考え方で施しており、光合成細菌や放線菌の増殖を狙っている。これらにより微生物が肥料分を合成するとみ



写真Ⅱ－39 隔年交互結実方式（左：樹の右側が強剪定部、右：翌年に樹の右側のみ結実させる）
（提供：菊池正晴氏）

表Ⅱ-17 温州ミカン園の土壌分析結果（2012年11月）

pH	塩基置換容量	腐植含量	リン酸吸収係数	全窒素	有効態リン酸	交換性カリウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		mg/100	mg/100	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
6.7	23.3	4.9	1113	0.26	101	43	523	39	92

ているので、今では肥料の施用に当たって、成分量のことはあまり考えないようになった。微生物を増殖させる意識で肥料を施すようになってからは、病気も抑えられていると感じている。なお、樹勢の弱った園地では、農薬散布時にカツオの液肥を混用して葉面散布をすることもある。そのほか、微粉炭は菌を養うのにいいと考え、3年ほど前から樹勢の良くない場所や植付け時に10a当たり1,2袋を使っているが、まだ効果は不明である。最近2,3年は春先が寒く、有機質肥料では慣行栽培比で20日程葉の緑化が遅れ、そうか病にかかりやすいので、冬春季の有機質肥料の施用時期は以前より早めている。

最近の土壌分析結果では、土壌肥沃度は高いがリン酸及び石灰が多くpHがやや高い状況であった。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

外観、食味等の品質が慣行栽培品に劣らないものを目指し、土づくりや施肥管理をしている。糖尿病患者はミカンの糖度にも注意していることを知人から聞いたが、機能性食品でもある果実なのに、糖度一辺倒の栽培法はおかしいと感じており、濃厚な味を出すことを目指しアミノ酸系肥料を使っている。

隔年交互結実方式では、整枝・剪定技術が単純であること、特に温州ミカンでは問題となるそうか病とカイガラムシを物理的な方法で除去できること、原則として摘果無しで慣行栽培並みの収量が得られること、隔年結果防止が図れるというメリットがある。本方式は品質についても、6年間の経験から①大玉が減り慣行栽培に比べ中間階級の玉が多くなる（樹勢、剪定の度合で変化）。②糖酸バランスが適度に良くなる。③着果過多のこともあり浮皮果が少なく、皮やじょうのうが薄くなる。④

樹の寒害抵抗性が高まる（実を成らせない枝は樹内に養分が貯留され栄養状態が良いため寒波に強く、落葉被害が少ない）ことを観察している。

⑥園地・雑草管理対策

雑草があると湿度が高く仕事に支障が出るので、雑草草生であるがハンマーモアで年に4,5回草刈りをする。つる性のヤエムグラは背丈が伸び種が出来る前に除草する。園地にはシロクロバーを播種しており、雑草もあまり生えない。全面がシロクロバーになると通路以外は消えて無くなり、また、土が良くなると消えて無くなり、土が軟らかくなる。

改造園地の法面には土止めにイタリアンライグラスを播種し土砂崩壊防止を図っている。このイタリアンが夏枯れると雑草抑制になり、夏過ぎには大きな草は生えない。樹の根元は肩掛式草刈機で刈る。

なお、冬風のすごい場所には暴風ネットを張り、乾電池利用のイノシシ避けも設置している。

⑦病虫害対策

1989年に東都生協との取引を開始以来、農薬は2原体の使用（そうか病対策の水和硫黄剤及びミカンサビダニ対策のマシン油乳剤、慣行栽培では18原体の農薬使用が基準）に留めている。本農薬はJAS有機許容農薬で、生産安定と外観品質保持のため、8年前から防除態系を確立し、有機栽培が容易になった。天敵が生きるためには害虫も全部殺さず害虫の密度を下げる考え方をとっている。

有機栽培では転換時の対処法、特に発病時の対処農薬が少ない中での農薬の利用方法が重要である。有機JAS許容農薬は薬効が短く予防目的では使えないので、毎年の天候、気温に注意し、早期に見つけ初期段階で手を打っている。し

かし、2012年春は長雨でそうか病が多発し羅病果は秋に摘果を行った。

樹を元気にすると黒点病は出にくい。黒点病には硫黄合剤か銅剤（ボルドー液）を使う（基本は6月10日前後に1回）ので肌がきれいである。サビダニ、カイガラムシはマシン油を6月に撒布する。冬に散布する人もいるが、冬眠中の無呼吸時に散布しても意味がないので、早くても啓蟄の頃まで遅らせるように勧めている。できれば6月の梅雨に入る前に撒布すれば、梅雨で油脂を洗い流され、樹への悪影響を無くせる。カイガラムシからすす病が（排泄物に菌がつく）、枯れ枝から黒点病が出るので、密度を下げるのが重要である。温州ミカンにはそうか病が付きものであるが、隔年主幹交互結実方式で対応し、伝染を防止している。

園地にクモの巣が多くカメムシを食べてくれる。また、アシナガやクマンバチの巣が多いので、害虫の異常発生はなく、害虫の発生は気にならない程度である。菌体肥料由来のエチレングスで防御されているともみている。ゴマダラカミキリは雑草で園地の湿度が高いと根に穴をあけ産卵するが、通風を良くしておくことと少ないので、産卵期である6～7月には根の周りの雑草を刈り乾燥状態を保つようにしている。併せて樹勢を保つと樹の防禦能力で樹脂によって食入した虫を殺すことが出来る。最も手を焼くカイガラムシは、隔年交互剪定方式のため、剪除によって全部排除される。地域では3年程前から、スプリンクラー防除で放花昆虫を駆除しているため、ヤノネカイガラムシ、アザミウマが増加してきた。

⑧流通・加工・販売対策

10月から5月終わりまで出荷している。価格は再生産可能な価格であればよいので、多く方に食べて貰えるように1割高程度と抑えている（流通業者委託の贈答用はかなり高い）。販売先は、東都生協、ナチュラルハウス、通販（マルタ、オイシックス）、学校給食が主体である。加工品は、大阪の専門店と柑橘のタルトを企画・開発中で、道の駅が出来るので対応したい。ジュースも委託製造している。



写真Ⅱ-40 造成園地の様子

（法面に近い植栽位置と、通路部確保に注意）

⑨特記事項〔生産性、生産力を高める園地改造〕

省力化と園地環境の改善による病虫害の抑制を図るため、急傾斜の園地はユンボで4m幅、高さ1～1.5mの階段畑（テラス）方式へと順次改造している。また、上下段の樹間を原則として4m空け、樹の植栽位置はテラス部の法面に近い端に植栽している（写真Ⅱ-40）。この狙いは①植栽を端に行い（通常はテラス中央か傾斜地に植栽）、小型作業機の圃場への進入や作業性を高める空間を山側の法面近くに作る（施肥時等のクローラ型運搬車通行、ハンマーモア除草機や収穫運搬車の通行の容易化等）。②労働力多投型の有機農業の省力化のため、成木期にも通行が容易に行えるよう作業道路機能を重視すると共に、収穫作業が平坦地で出来るように、省力化、軽労働化を図る。③通風、排水、日当たりを良好にして圃場を乾燥させ、病虫害の発生抑制、良品質の果実生産を図る。④下段傾斜部（法面）への根群の誘導・伸張を図り根群域を広く発達させ、養水分、酸素の供給力を増し、樹の健全な生育を図る（地表面がテラス部と下段側法面の2面になり、酸素供給量が多い）。⑤小型テラスからなる植栽部を分散し豪雨による土砂崩壊、ガリー状侵食を避ける（排水の分散化）。⑥平坦部土壌中の水分保持力を高め、灌漑無し、タイベック利用無しで、高品質果実の安定生産を図る、等である。

3) 慣行栽培の単収・食味を超える有機ミカン作

—技術の基本は光合成の最大限発揮—

【愛媛県今治市 丹下隆一氏】

①経営概要

有機農業のガイドラインが出た頃、有機農業にあこがれ、父親の大反対を押し切り、1999年に東京から実家に帰り就農した。当初県から紹介された先進有機栽培農家から技術を学んだが、2009年に光合成理論による健全な樹作りを学び、以後独自の考え方で生産力、品質を高める技術を身につけた。

地域は標高15～20mの瀬戸内海まで約1kmの緩傾斜地で、日当たり、風通しは良く、周辺は住宅地や山地である。耕地150aのうち果樹園の53aは全て有機栽培で、温州ミカン30a、伊予柑8a、不知火5aのほか、甘夏、はるみなどを栽培している。うち温州ミカンの15aと伊予柑は全て有機JAS認定を受けている。有機JASは、2004年から自然農法国際研究開発センターで認定を受けている。

他に畑が97aあり、うち60aは柑橘類苗木育成地で、温州ミカン植栽のため野菜を栽培し土づくり中の畑(12a)もある。以前は柑橘中心の経営だったが、作業性の悪い大木化したハッサク園や食味の面で柑橘類に不適な水田転換園は、順次収益性のよいサツマイモ、ニンジン等の有機栽培に転換している。

労働力は家族労働が男2人である。経営全体に占める有機農産物の販売額割合は5割程度である。

②温州ミカンの栽培概要

作付品種は早生では宮川早生と興津早生(11月15～12月上旬収穫)、中生では南柑20号(11月下旬～12月中旬収穫)である。

温州ミカンは平坦地の花崗岩由来の砂質マサ土のA園と、赤土の丘陵地のB園からなる。両園地とも平坦地には緩傾斜を付けたり、雑草抑制を兼ねて遮根シート(7～11月間)で排水性を高め



写真Ⅱ-41 芽接ぎ予定のカラタチ台を育成中

ている。また、光合成とミネラルバランスを重視し、光合成促進の観点から灌水を重視し、古い園地は地下水の揚水施設を設置している(灌水施設設置面積は80a)。

樹の健全な生育を心がけており、成園のB園(2002年有機転換園)の10a当たり単収は2009年以降3年間は慣行栽培(2.5t程度)を大幅に上回る4tを越え、外観品質、食味も慣行栽培並みもしくはそれ以上である。但し、砂質マサ土のA園(2007年有機転換園)は2006年から結実を始めたが、2009以降3年間では2.1～3.1tで収量・食味とも十分とは言えない。

温州ミカンは、品質が悪ければ需要・販売価格に響くので、特に味を重視した栽培を心がけている。

③植栽、整枝・剪定

市販の苗木には不良苗も混在しているので、良い系統の春芽を自園から選び、自分でカラタチ台に芽接ぎを行い、有機肥料で苗木を育成している。但し、ミカンハモグリガの防除を徹底しないと良い苗木はできないので、1年目だけは慣行栽培で育てている。苗木育成時も窒素は抑制し、徒長枝が出ないように留意している。

整枝・剪定は光合成能力の高い枝を残す考えで、結実状況を見てバランスをとっている。密植樹(下枝は出ない)より、独立樹にして光を入れた方がいいし、その方が剪定も楽である。徒長枝は窒素過多で多くなり、病害虫もつきやすいので留意している。成木園地の栽植距離は、早生種で3m×4m、中生種で4m×4mである。

④土づくり・施肥対策

根の働きをよくする土づくりや、収量を上げ病害虫抵抗性を高める光合成に必要なミネラル（微量元素）の施用とバランスに留意している。温州ミカン改植時には、土壤改良に役立つ根菜類かソルゴー等を栽培している。マサ土の心土が出てくるA園には、改植の際に赤土客土と牛糞堆肥を施用し（2t～3t/10a）土づくりをしてきた。赤土のB園の方が肥料の効きもよく、水持ちもいい。ミカンの全面改植予定地（B園地の一部）は、24年はサツマイモを栽培し土づくりをしている。

温州ミカンに対するボカシは、魚粉や醤油粕を中心にアミノ酸の多い原料を指示して外注し、ここ2、3年は収穫後に施して春に効かせる元肥として窒素成分で8kg/10aを、夏の実肥（6～8月）として2kg/10aを施用している（慣行栽培では年間20kg/10aを施用）。温州ミカンでは春にボカシを施用すると、夏芽が出て品質に影響するので春は施用しない（慣行栽培では収穫後のお礼肥（秋）と春（3、4月）に元肥を施用）。

土壤分析機器「ドクターソイル」により、当初は年に3回分析して土壤状態を把握し、光合成を盛んにする観点からミネラル分のバランスに留意し、不足する栄養分（主にミネラル）を定期的に補給してきた。この土壤分析の経験から、今では年1回の分析で実情を把握できるようになった。

ミネラルバランスは葉色でも判断でき、窒素、苦土、鉄、マンガンが光合成に影響していることを実感している。苦土、鉄、マンガンが多いと、光合成が盛んになって緑色も濃くなり、病害虫に強くなって収量が上がると共に美味しくなると考えている。そこで、夏に2、3回に分けて必要なミネラルを表層施用し（必要に応じ葉面散布）、光合成能力を高め、葉色を良くし、ボカシ肥料は収穫期前後に施用している。

温州ミカンでは窒素、灌水も品質に悪影響を与えるので、保肥力の低い（CECが10以下）A園地では根群域に窒素が留まるように、窒素の1回当たり施用量を少なくして回数を増やしている。新植地では土壤の団粒化による軟らかい土づくりが

重要と考え、根菜類やソルゴーを栽培している。また、土壤pHが高すぎると微量元素の効きが悪いので留意している。

適切な施肥設計によりミネラルバランスをとれば、有機栽培も簡単にできるが、有機態窒素はアミノ酸の種類が多く、分析費用が高く付くので、経験に頼る面もあり、この状態が分かるのに3年くらいかかった。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

摘果は慣行栽培と同様にしている。摘果した果実は自分達で設置したアロマオイル製造（⑧参照）の原料として供給している。夏から初秋にかけて光合成が適切で炭水化物が蓄積されれば、隔年結果は起きないと考えている。そこで、樹の状態、葉の状態を見ながら9月からの樹体への養分蓄積が行われる状態にあるかどうか留意している。夏季以降に肥料、水を多くした方が養分蓄積で花芽は増えるが、果実の品質低下が起きる危険性があるので、バランス感覚が必要である。

光合成を高めるため、既存園地は樹冠下に点滴灌漑施設を設置している。以前は樹冠中心部より少し内側に1本のホースを通していたが、マサ土園では灌水しても直ぐ下に浸透し（赤土では横に広がる）、窒素分も下に流亡し根も深く入り、細根が出ず干ばつを受けやすく、また、窒素の遅効きで味も良くない。そこで、2012年から点滴灌漑施設を2重（30cm間隔）に張り巡らし、灌水時間を半分にして、浅層部に水が広がる工夫をした。2



写真Ⅱ-42 園地に傾斜を付け、タイベックで過剰な雨水を排除する

（7～9月期の雑草抑制を兼ねている）

重の点滴方式により、根の多い所に窒素を留め、灌水量も窒素施用量も減らし、窒素が確実に根から吸収できるようにした。土壌分析でCECが10以下の保肥力の低い所（マサ土）は施肥回数を増やしている。

一方、ミカンの食味を良くするため、排水を考えて圃場には少し傾斜を付けているほか、9、10月にはマルチも敷設している（写真Ⅱ－42）。

⑥圃場・雑草管理対策

雑草草生を行い、基本は年4、5回草刈りをする。一部の所は気になる雑草を除去していけばおとなしい雑草ばかりになり除草を要しない所もある。そういう所は大きな草は手で除く程度である。樹に巻き付く草が問題であるが、場所によっては、大きい草を手で取り続け種を落とさないようにすれば、背丈の低い草種ばかりになり、草刈りをしなくても雑草害を受けなくなる。ケンタッキーブルーグラスを播種している所は草刈りをしなくても、夏になれば枯れて倒れてくる（写真Ⅱ－43）。

⑦病虫害対策

病虫害は最初の頃は天敵＋有機JAS許容農薬で対処しようと考えたが、土壌の排水性が一番大事で、団粒化により保水力も付けることが必要だったことに気付くまでに10年かかった。今は、土づくりをして植物生理に則った管理をすれば、有機JAS許容農薬の併用（マシン油乳剤（冬期）、石灰硫黄合剤（温度28℃以下で使用）、水和硫黄剤、ボルドー剤）で問題がないことを体得した。一般に、光合成が盛んで細胞が充実し、葉が厚く“照り”



写真Ⅱ－43 禾本科牧草の園地での雑草抑制の状況



写真Ⅱ－44 ゴマダラカミキリには常に目を光らす

が出るような状態であれば害虫は付かない。有機園地内の土壌分析をしてみても、微量元素が豊富で、ミネラルバランスが良い土壌（特に鉄、Mnが豊富な土壌）では育ちが良く、病虫害が明らかに少ない。

サビダニは9月の頭に出ていけばイオウフロアブル（水和硫黄剤）で防除すれば防止できる（10月発生では広がらないので防除しない）。ゴマダラカミキリは株元をきれいにしておき常時見回って手で取るしかないが、光合成能力が高く樹液が豊富に出る状態であれば、食入しても樹液によって死んでいることもよくある。イセリヤカイガラムシは場所によっては多少出るが、石灰硫黄合剤を散布すれば防止できる。

かいよう病は温州ミカンではあまり発生しないし、黒点病の発生も非常に少ない。すす病はカイガラムシが主因であるが（一部アブラムシも影響するが、石灰硫黄合剤で対処可）、現状では生育の悪い所に一部出ている程度である。

⑧流通・加工・販売状況

柑橘類の1/2は直販、1/2は流通業者へ出荷している。美味しさだけでなく見かけも重視し、2階級に区分し販売している。味も見映えもよい良い贈答用は1000円/kg程度であるが、地域の人々が中心の宅配（家庭用）は350円/kg程度である。園地の条件が悪く食味が安定しない圃場のもの（全体の約1/2を占める）は、糖度取引を行っている（株）マルタへ出荷しており、価格は糖度により決まる。出荷規格に合わなくても、味次第で100

円/kg程で販売できるし、有機ジュース加工（委託）でも一定の収益が得られる。温州ミカンの販売価格は、直販、流通業者、加工用（100円/kg程度）も含めた一般向けの平均は300円/kg程である。

他に摘果柑橘類も販売している。これは平成22年度の「えひめ農商工連携ファンド」の支援を受けた「農商工連携助成事業」（愛媛ブランドの柑橘精油製造事業）（三洋興産株式会社と丹下隆一他2名の生産者の連携事業）により、青ミカン、伊予柑、ライム等の規格外品や果皮を原料とし100%天然由来の柑橘精油・アロマオイルの生産（商品名は「媛香蔵」で23年度発売）に向けている。23年の摘果ミカン販売量は1.5t、24年は1.2tで、原料引取価格は庭先渡しで50円/kgである。その他、ミカンのストレートジュースを委託加工生産している。

4）ミカン銘柄産地で有機栽培に賭ける

ー土づくりと雑草管理で病害虫を抑制ー

【和歌山県有田川町 古果園 古田耕司氏】

①経営概要

古果園のある有田川町沼田集落は、海岸から約10km遡った生石山（標高870m）南西麓に位置し、標高は300～350mの地にある。所有園地は概ね南向きで、山ひだ部の微地形で南・東・南西向きなどいろいろである。

経営耕地334aのうち果樹園が264aを占め、他に水田（50a）と畑（20a）で営農を展開している。

果樹園のうち温州ミカンが220aを占め、他にキウイフルーツ25a、ウメ・山椒6.5a、レモン2.5aを含めて全て有機JAS認証を受けている。以前はナシ、モモも栽培していたが、有機栽培が可能な温州ミカンやキウイフルーツに変換を図った。

労働力は家族4名（男性2名、女性2名）と雇用1名のほか、臨時雇用30人日/年によっている。

子供の頃から農薬・化学肥料を多用する農業に疑問を持ち、大学時代に農業研究会で有機栽培の農家研修に行く中で、有機栽培への関心が強まった。1985年に地元の農協に就職し、1992年に就農後土づくりに取り組み、除草剤は止め、



写真Ⅱ-45 上野早生の着果状況

各種微生物資材を利用した。1995年に有用微生物群（EM）と出会い、1園地で有機栽培を開始し、2001年にその園地の有機JAS認証を取得した。その後、「紀州大地の会」通じた有機農産物の販路確保のメドがつき、全園地を有機栽培に転換し、2003年に自然農法国際研究開発センターから有機JAS認証を受けた。

②温州ミカンの栽培概要

温州ミカンの園地は10カ所に分布し、概ね南向きの緩傾斜地が多く、日当たり、風通しも良い圃場である。園地の表層地質は玄武岩由来の変成岩が母岩で、排水性は良く保水性も良い。根域層は約30cm程度とやや浅いが、必要に応じて近隣のため池と湧水を利用した灌水は可能である。風当たりが強いが、適宜防風林や防風ネットを設置している。園地の樹齢構成は20年生以下が約5割、20～40年生が約4割、40年以上の老木も約1割あり、老木園では樹勢が低下しミカンナガタムシ、ゴマダラカミキリによる枯死樹も増えている。

栽培品種は上野早生（極早生）30a、宮川・興津早生（早生）165a、向山（中生）25aで、10月～翌1月末まで出荷する。品種構成はこの地域では平均的な構成で、山間地で標高が高く開花時期が麓より10日程度遅く寒波が早く来るため、中生温州の比率は低く晩生種は栽培していない。

収穫量は2012年産ミカンで平均約2t/10aで、樹勢の良い樹は慣行並みであるが、病害虫による枯死株を若木に更新中のため単収はまだ低い。外観は慣行のようなツヤツヤ感はないが、黒点病



写真Ⅱ-46 順次老木樹を若木へ更新中

等の被害果も許容範囲で、味は糖も酸も程よく、コクのある昔のミカンの味と評判は高い。

③植栽、整枝・剪定

代々続くミカン農家で老木もあり、またミカンマガタマムシ等で枯死株もあり、順次補植している。栽植密度は列間3.5～4m、樹間3m程で、10a当たり80～90本程度である。剪定はごく軽く、枯れ枝を落とすのが中心で、樹高は最高でも2.5mまでに抑えている。

有機栽培に転換直後は隔年結果がひどかったが、芽と花のバランスがよくなり、ここ2、3年は格差が小さくなった。老木園でも最近では着果過多がなく、収量は低いなりに安定してきた。しかし、老木の枯死・若木更新により収量は半減している。

④土づくり・施肥対策

土づくりのため、次の3種類の堆肥を毎年園地毎の生育状況に応じて施用している。また、園地は雑草草生栽培を続けている。

- 紀北地域の建築業者から川原雑草や間伐材等（チップ化したもの）を集めて発酵させた草木堆肥



写真Ⅱ-47 上野早生園の細根の発生状況

- 上記から木片を除いた草生堆肥
- 粉碎竹片を発酵させた堆肥

土壌診断を2年に1回実施しているが（簡易土壌診断装置はグループで購入）、分析結果では共通してリン酸が過剰（米糠中心のEMボカシ肥を長年使用しているため）で、カリが不足傾向である。葉分析の結果でも同じ傾向だった。

肥料としてはHDM堆肥を使っている。これはスーパーから出る食物残渣を好気性の放線菌などで発酵させたもので、成分はN:3.89%、P:0.42%、K:0.65%、Ca:0.67%、Mg:0.15%、Mn:0.82%である。また、米糠、乾燥おから、生魚粗ミンチ、糖蜜、EM活性液を混合して攪拌し、密閉容器で嫌気発酵させたEMボカシを自家で製造し、春と秋に撒布している。成分は乾燥重当たり水分23.8%、N:3.4%、P:3.0%、K:1.2%、C/N比:12である。

2012年の施肥時期と施肥量は以下の通りで、樹毎の状態に応じて施肥量は変え表層施用している。

- 秋肥（11月）：EMボカシ100～200kg/10a
- 春肥（4月）：HDM堆肥を100～150kg/10a
- 6月：関西電力が邪魔な付着物として除去するために採取した貝殻・海草をEMボカシと混ぜたもので、窒素分は約3%ある。これを150～200kg/10a施用
- 9月：粗挽き天塩 25kg/10a（食味向上のためのミネラル補給が目的）

また、上野早生にのみ収穫1カ月前に特殊海藻肥料を80kg/10a施用し、糖度向上と減酸による味の良いミカン作りを行っている。



写真Ⅱ-48 草木堆肥の表面施用

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

摘果は慣行栽培と同じで、隔年結果は慣行栽培園と同様に起きており、着果量に応じて樹毎に施肥量を加減している。摘果作業に雇用を入れたいが、ハチの巣が多くて入れられない。

⑥圃場・雑草管理対策

園地により異なるが、雑草の草刈りはよくやる園で年に3回程度であり、園地内に刈り敷いている。雑草管理としては、5月に株元の草を倒し、6月に夏草刈りを行い、7～9月に摘果に回る時にアワダチソウ、ヨモギ、つる性雑草の除去と株元の清掃を行い、収穫前の9月頃に草刈りを行っている。

また、冬場に河原の草や葦、木材チップの入ったもので樹冠下をマルチする。1本に約20L程使うが、樹幹周りの抑草効果がある。幼果の頃に草に覆われると果面にキズがつくので、5～6月に株周りのみ草を倒す。これにより樹冠下マルチの作業が楽になる。このことで雑草の草種がやさしい種類に変わることを期待している。

⑦病虫害対策

病虫害は部分的には出るが、有機栽培では大発生は起こらない。かいよう病は出ているが販売先が問題にしないので困らない。そうか病防除のため発芽前にアビオンE（パラフィン系展着剤）加用ICボルドーを散布する。黒点病は園の風通しを良くして乾きやすくし、枯枝の除去を行って防止している。上野早生園はそうか病、黒点病の発生は僅かで、外観品質は慣行並みである。1月上旬の冬マシン散布（45倍、300～400L/10a）で害虫密度を低めて天敵につなぐのが基本であり、カイガラムシ類は部分的に出ても大発生はしない。



写真Ⅱ-49 園地にはクモが沢山いる

有機栽培転換後2年間は、サビダニ防除のため7月に水和硫黄を散布していたが、今はサビダニの発生が少なく防除はしていない。カイガラムシ類は発生箇所の枝を切り落としている。EM発酵液はpH3.4の強酸性であり、虫除けに効果があるとみている。イセリアカイガラムシが多発した所に散布した際も効果が認められた。

また、春草は除草せずにそのまま放置すると、アブラムシは草にとどまり、ミカン樹への寄生は少ない。春草を刈るとミカンの新芽にアブラムシが寄生する現象については、有機栽培に取り組んでいる生産者の多くが指摘している。

⑧流通・加工・販売状況

販売店直売が7割、直接注文を受け宅配しているものが3割である。今後は直売のウエイトを高めていきたい。販売価格は毎年同じで変えていない。生果は250円/kg、加工ミカンは50円/kg以上を目標にしている。有機100%ジュースも加工し販売しており、「紀州大地の会」として製造を地元の廃校小学校を地域活性化のために造った加工所「生石すすきの里加工所」に委託して「極み」という商品名で販売している。このジュースはプレミアム和歌山（和歌山県優良県産品推奨制度）に登録されている。

5）低投入・無農薬で高収益柑橘経営を実現

―地域性を活かし高品質商品づくりに尽きる―

【神奈川県湯河原町

早藤果樹園芸 早藤義則氏】

①経営概要

神奈川県湯河原町の太平洋を臨む標高50～200mの南東向きの傾斜地を主体に10カ所の園地で営農を行っている。

農耕地480aのうち果樹園が450aを占め、うち415aで多様な柑橘類（全て成園）の有機栽培を行うほか、一部でブルーベリーやキウイフルーツも栽培し、一年を通じて果実の収穫・出荷をしている。

柑橘類の樹種は温州ミカン200a、オレンジ類

110aを主体に、甘夏、八朔、文旦、レモンなどで年間約70tを生産する。また、従来の黄金柑に加え、神奈川県が育成した「湘南ゴールド」（4～5月出荷主体）を導入し、観光需要を見込んだ地域特性が活かせるようになった

園地の地質は関東ローム層で、祖父、父親が80年以上前から山を削り段々畑を造成してきており、一般に作土は深く、排水条件は良い。老木園も多く欠株も発生しているので、2～3年間育成した幼苗を毎年60～70本補植している。

労働力は夫婦2名のほかに、常勤雇用2名、臨時雇用100人日/年、研修生300人日/年である。

1978年から2年間、米国西部で果樹栽培等を学んだあと、1981年に経営移譲を受けたが、父親が1960年代から提唱し定着していた栽培技術〈「早和柑橘研究会の無農薬酵素栽培」、「黒砂糖・酢農法」〉を基礎に、経営を引き継いでから、順次現在の有機栽培方式に発展させてきた。

有機JAS法改正による取引先からの要請等で表示変更の必要が生じたため、2004年に有機JAS認証を日本有機農業生産団体中央会から受けた。

全くの無農薬栽培でも柑橘類の単収は平均2t/10a程度で安定しており、生産量の約70%は生食用として大地を守る会や自然食品店、個人消費者への直販を行い、約30%を加工用として、自然食品店、地域の旅館、宅配便等で販売している。

②温州ミカンの栽培概要

先代から酵素栽培を受け継ぎ、さらに完全無農薬栽培に切り変えてから約30年が過ぎているが、特別な問題は起きていない。外観品質は慣行栽

培品と変わらず、味を含む品質はそれを凌駕しているとみている。

以前は地域の温州ミカンの目標単収である3t採りを目指し、施肥や剪定の工夫をしたが、ある時点から有機栽培では2tでも経営が成り立つので、無理をしなくなり楽になった。産業としての農業は、技術力より経営方針が肝要と考え努力している。

品種は労力配分と市場や販売店との連携を長期間続けることが有利販売につながると考え、また、園地の自然条件（50m～200mの標高差）に合わせて選択し、標高の低い所から早く熟す品種を植えている。現在、約3/4は青島温州で、収穫は12月から1月にかけて行っている。そのほか11月から12月にかけて収穫する宮川、興津、大津と、翌春から夏の間はオレンジ類の生産となる。

③植栽、整枝・剪定

祖父の代（戦前）と父の代で増植した園地であり、現在は欠木の出た成木園の中に毎年60～70本の補植を行っている。株間は3.6mが基本であるが、補植が多いので統一できていない。植穴に堆肥を施すだけで、2～3年生苗に育てた幼木を補植しており、堆肥の施用回数を増やしたり必要に応じ灌水しているが生長は遅い。

整枝・剪定は果樹栽培の基本とであるが、作業量が多いため随時実施しており、平均的には2年に1回程度となる。但し、枯枝や病虫害被害枝の除去は徹底的に行う。整枝・剪定は技術力のない研修生でも行えるように、作業性を考え樹冠を広げないこと、罹病部位の除去を基本に、単純作業に留めるようにマニュアル化している。樹高は



写真Ⅱ-50 親子3代に受け継がれてきた傾斜園地



写真Ⅱ-51 たわわに実る温州ミカンの様子

3m位に留めている。

隔年結果は果樹の習性として受け入れ、それを織り込んだ経営を行っている。

④土づくり・施肥対策

自家堆肥を種菌にして常時堆肥を製造している(写真Ⅱ-52)。

原料は馬糞、剪定屑、ジュース絞り粕、魚粗、豆腐おから、米糠、鶏糞、残飯などで、これらの材料を毎日加え、攪拌している。熟成期間は冬は6～9カ月、夏は6カ月程度を基本にしている。堆肥の成分は、窒素、リン酸、カリのみであるが、逐次専門機関に出して分析を行い、品質の見極めと施用量の加減に役立てている。

堆肥は果樹園全面に夏、秋の2回で300kg／10a程度を表面施用している。肥料としての施肥は堆肥だけのため、量の加減は樹の大きさや樹勢に応じて目分量でやり、肥料成分は特段考えていない。幼木では状況に応じて少量を頻繁に施す場合もある。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

摘果は7月中旬頃から10月中旬頃までにかけ、外観の特に悪い物だけを落としている。また、隔年結果対策は特にしていない。灌水は幼木移植の時だけで、その他の時期はやる必要を感じていない。収穫は食味を考え完熟に近い状態になってから行っており、慣行栽培者より2～4週間は遅い収穫になっている。

⑥圃場・雑草管理対策

雑草刈りは刈払機により年間5～6回行う。全園地の雑草刈りは一巡するのに約40日かかり、春から秋にかけてはほぼ毎日他の作業と一緒に草刈

りもする。刈り取った雑草はその園地に刈り敷いている。なお、単一草生栽培は味や病虫害対策の面からはマイナスではないかと考えており、雑草草生栽培を行っている。

⑦病虫害対策

各園地の環境に適した品種を植栽しており、通風条件が悪く、湿度が高くなりやすい園地では病虫害の発生し易い品種を避けている。農薬は一切使わないが、病虫害は年を追う毎に減少しており、大きな被害にはならない。黒点病は枯枝を徹底的に剪除して園外に持ち出している。また、そうか病、かいよう病に罹った枝葉、果実は剪定、摘果して直ちに園外に持ち出し、チップにして堆肥化している。また、カイガラムシの多発枝は全て剪除するほか、ゴマダラカミキリは作業時に逐次捕殺している。ダニ類は天敵による連鎖が出来上がっているため、全く問題がない。

⑧流通・加工・販売状況

販売先は個人直販1/3、自然食品店1/3、大地を守る会1/3強で安定しており、新規取引先は余剰のある時のみにしている。販売先は富裕層を主なターゲットとし、子育て世代、シニア世代をも含めて食育も重視している。腐敗果が出ないように、貯蔵中の温度、湿度コントロールを慎重に行っている。

加工品はジュース(委託加工)とジャム(自家加工)で、観光地でもあり、さらなる加工品の拡大を考えている。また、地域柄年間を通して間断無く販売できるというメリットもあり、有機農産物の良い材料を使い、高品質の商品を作るように心がけている。



写真Ⅱ-52 地域・自家資源を活用する堆肥化施設



写真Ⅱ-53 人気のある有機のジュースやジャム

有機農産物の卸売価格は生産原価を提示し、業者の理解を得て決めている。単収が7割水準なので慣行栽培品の1.5～2倍の価格水準となり、どうしても高値になる。

有機農産物は安く供給することは難しく、店頭でも安く売ることができない事情となり、今後全体の市場規模の拡大、消費者意識の改革が必要であると考えている。

引用文献

- 1) Akiyoshi Matsumoto and Shin-ich Shiraishi, Seasonal Changes in the Titratable Acids of Satsuma Mandarin Fruit. J. Jap. Hort. Sci 49 (4): 512-518, 1981
- 2) Daijiro Yahata, Kazunori Matsumoto and Kosaku Ushijima, Relationship between Flower-bud Differentiation and Carbohydrate Contents in Spring Shoots of Very-early, Early and Late Maturing Cultivars of Satsuma Mandarin. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 73 (5):405-410, 2004
- 3) Hiroshi Yakushiji, Kuniyoshi Morinaga and Hiroshi Nonami, Sugar Accumulation and Partitioning in Satsuma Mandarin Tree Tissues and Fruit in Response to Drought Stress. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 (4): 719-726, 1998
- 4) Kazuomi Kadoya, Studies on the Translocation of Photosynthates in Satsuma Mandarin II. Effect of Root Environmental Conditions on the Translocation of ^{15}C . J. Japan. Hort. Sci 41 (4): 361-366, 1972
- 5) Kazuomi Kadoya, Studies on the Translocation of Photosynthates in Satsuma Mandarin III. Effect of Water Stress on the Metabolism of Sugars in the Fruit. J. Jap. Hort. Sci 41 (4): 361-366, 1972
- 6) Tadashi Kato, Shuji Kubota and Surno Bambang, Uptake of ^{15}N -nitrate by Citrus Trees in Winter and Repartitioning in Spring. J. Japan. Soc. Hort. Sci. 59 (4):421-426, 1982
- 7) 石川 啓・木村秀也、「ナギナタガヤ草生ミカン園における春肥窒素の吸収特性」園学研 6 (3): 255-259, 2006
- 8) 石川 啓・木村秀也、「ナギナタガヤ草生ミカン園における枯死ナギナタガヤの吸収特性」農作業研究 43 (4):179-186, 2008
- 9) 井上久雄、「弱剪定と後期重点摘果」(独)農研機構・近畿中国四国農業研究センター『カンキツ連年安定生産のための技術マニュアル』1-1～1-13, 2008
- 10) 井上久雄、「後期重点摘果と品質・収量」農業技術体系果樹編 第1-1巻カンキツ 基本技術編 技77～78-7、農文協、2003
- 11) 岩垣 功・広瀬和栄、「ウンシュウミカンの成熟生理に関する研究 I. 樹冠内における果実間の品質差をもたらす諸要因について」果樹試報 B. 6: 47-74, 1979
- 12) 岩切 徹、「ウンシュウミカンの窒素の肥効と樹体栄養・果実品質に関する研究」佐賀県果樹試験場研究報告 第12号 1-95, 1992
- 13) 岩本数人、「温州ミカンの養分吸収と施肥量の策定」農業および園芸 45. 641-644, 1970
- 14) 加藤忠司、「作物の成長と窒素の転流 [10] ミカンを中心とした果樹の成長と窒素の転流」農業および園芸、57. 1473-1478, 1982
- 15) 門屋一臣、「樹の成長・年間のサイクル」農業技術体系果樹編 第1-1巻カンキツ 基礎編 基13～19、農文協、1982
- 16) 岸野 功、「果実肥大期の作業」、農文協『ミカンの作業便利帳—高品質化への作業改善—』p.69, 1990
- 17) 久保田収治・本山栄一、「瀬戸内ミカン園の施肥合理化に関する研究 第8報 温ミカン樹における ^{14}C -光合成産物の動向 II 生育段階などがその期の光合成産物の移行と分布に及影響」四国農試報No.24 41～71, 1972
- 18) 佐賀県、「平成18年度佐賀県施肥・病虫害防除・雑草防除の手引き(水稻・大豆・果樹・茶)」、2005
- 19) 静岡県、『持続的農業を推進する静岡県土壌肥料ハンドブック』2009
- 20) 杉山泰之・大城 晃・濱崎 櫻・澤野郁夫・小原 均、「ウンシュウミカン'青島温州'の樹体内デンプン含量の时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 2 (3):277-282, 2006
- 21) 高木信雄、「樹冠上部摘果・樹冠上部剪定」農業技術体系果樹編 第1-1巻カンキツ 技406の77の5の2～5の10、農文協、2004
- 22) 田代暢哉、「だれでもできる果樹の病虫害防除—ラクして減農薬」農文協、2007

- 23) 高辻豊二、「温州ミカンの養分吸収の特徴」農業技術体系果樹編 第1-1巻カンキツ 基本技術編 技139～144、農文協、1987
- 24) 高辻豊二、「Ⅱ施肥の基本と施肥設計」農業技術体系果樹編 第1-1巻カンキツ 基本技術編 技145～154、農文協、1987
- 25) 玉井虎太郎、「植物用水管理の理論と技術 [5]」農業および園芸 46 (5). 109-114、1971
- 26) 中川雅之・本田康弘・薬師寺弘倫・脇 義富、「ウンシュウミカンの隔年交互結実法に関する研究 (第二報) 中生ウンシュウ若木園における園地別交互結実法による省力安定生産効果」愛媛県立果樹試験場研究報告 第16報. 17-31、2003
- 27) 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、「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」愛媛県立果樹試験場研究報告 第16報. 7-16、2003
- 28) 長崎県果樹試験場、『九州地域におけるカンキツの合理的な施肥法の確立に関する研究』農水省 指定試験 (土壤肥料) 第37号 1～92、1997
- 29) 中谷 章・宮本久美・田嶋 皓・山田芳裕・山本浩之、「着果量の違いがウンシュウミカンの細根量におよぼす影響」園学研9 (別1) 52、2010
- 30) 中原美智男・岩切 徹・渋谷政夫・小山雄生・西垣 晋、「アイソトープ¹⁵N利用によるウンシュウミカン成木樹のチッ素施肥法改善に関する研究」佐賀県果樹試験場特別報告 第3号 1～159、1985
- 31) 中間和光、「温州みかんに対する施肥効果の判定に関する研究 特に稀釈作用と緩衝作用」静岡県カンキツ試験場特別報告 第1号 1～46、1967
- 32) 藤山正史、「ミカン園での園地管理と地球温暖化」長崎の果樹、Vol.49 (10)、4-6、2012
- 33) 間苧谷 徹・町田 裕、「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、1976
- 34) 間苧谷 徹・町田 裕・山津憲治、「果樹の葉内水分不足に関する研究 (第6報) 葉の水ポテンシャルが温州ミカン樹の生育に及ぼす影響」園学雑 45 (4): 329-334、1977
- 35) 牧田好高、「貯蔵の実際」農業技術体系果樹編 第 I - 1 巻カンキツ 技361～370、農文協、2002
- 36) 宮本久美、前田隆昭、「有田ミカン産地の表層地質による地帯区分と土壤保水性」和歌山県農林水産総合技術センター研究報告第11号 35-43、2010
- 37) 宮本久美、「温州ミカンの水分管理について」和歌山の果樹 Vol.58 (7): 15-18、2007
- 38) 宮本久美・土居真純・中谷 章・山本浩之、「早生ウンシュウミカンの高品質・連年生産のための好適LWP域」園学研8 (別1): 80、2009
- 39) 宮本久美、「高品質生産のための土壤タイプと気象変化に対応した灌水指標」農業技術体系 第 I - 1 巻カンキツ 技92の1の2～1の14、2012
- 40) 村松久雄、「果樹・種類別の施肥技術 ミカン」農業技術体系土壤肥料編 第6-2巻、技術539-542、農文協、1985
- 41) 和歌山県、『土壤肥料対策指針 (改訂版)』51-75、2011

Ⅲ. 中晩柑の有機栽培技術

目 次

1. 有機栽培実施上の問題点……………	161	5) 園地の選択と整備……………	169
		(1) 園地の選択……………	169
2. 有機栽培を成功させるポイント……………	161	(2) 園地の整備……………	169
		6) 植栽と整枝・剪定……………	170
3. 生理・生態的特性……………	163	(1) 植栽密度……………	170
1) 原産地と気候・土壌的特性……………	163	(2) 整枝・剪定……………	170
(1) 甘夏……………	163	7) 結実の確保と品質向上……………	170
(2) ハッサク……………	164	8) 園地管理……………	172
(3) 伊予柑……………	164	9) 病虫害防除……………	172
2) 生理・生態的特性……………	164	(1) 病虫害防除の基本的考え方……………	172
(1) 生育周期……………	164	(2) 主な虫害の発生生態と対策……………	172
(2) 着花習性……………	165	(3) 主な病害の発生生態と対策……………	172
(3) 耐陰性……………	165	10) 収穫・出荷・貯蔵……………	174
4. 有機栽培技術の基本と留意点……………	166	5. 先進的な取組事例紹介	
1) 品種の選択……………	166	1) 健全な土・樹づくりによる	
(1) 収穫期の違い……………	166	有機中晩柑作……………	176
(2) 留意すべき病虫害……………	166	2) 独自の技術で慣行栽培並みの	
(3) 品種選択の際の留意点……………	167	単収・品質を実現……………	178
2) 健苗の育成と初期生育の確保……………	167	3) ボカシ・天恵緑汁等活用の	
3) 土づくり……………	168	有機中晩柑作……………	181
(1) 有機栽培への転換時の土づくり……………	168	引用文献……………	184
(2) 安定期に入ってから土づくり……………	168		
4) 施肥管理……………	168		

1. 有機栽培実施上の問題点

中晩柑の有機栽培実施上の問題点は、府県の有機農業等指導機関への照会調査の結果では、病害虫問題（特に害虫問題）が圧倒的に多く、雑草や施肥管理などの問題が続き、これらの結果として収量や品質の低下などが問題点として指摘されていた。

有機栽培の現場で起きている具体的な問題点をみると、以下のように温州ミカンと類似した内容が多かった。

①害虫が多発し樹勢・収量・品質が大幅に低下する

中晩柑の有機栽培ではカイガラムシ類、カメムシ類、ミカンサビダニが多くの園地で発生し被害も多い。また、樹勢が低下した園地ではゴマダラカミキリ、ミカンナガタマムシの発生による被害が大きい。

有機栽培では、化学合成農薬が使えないため、園地条件や栽培管理の状況にもよるが、樹勢の低下や落果の増加で収穫量が大幅に減少したり、果実の外観品質の低下で商品価値が著しく低下したりしやすい。管理不十分な園地では、ゴマダラカミキリやミカンナガタマムシの加害により樹が衰弱、枯死する例が多い。

②病害が多発すると果実の商品価値が著しく低下する

中晩柑の有機栽培では、かいよう病の発生が最も問題になる。風当たりが強い園地で発生が多く、台風が襲来すると発生は著しく増加する。幼果期に発病すると落果が多くなり、落果を回避できても果実の病斑が大きく目立ち商品価値が著しく低下する。

また、樹冠内部の枯れ枝や園地内外の剪定枝の処置が悪いと黒点病の発生が多くなり、葉、緑枝に黒点が発生するほか、果実にも病斑が多数発生し、商品価値を著しく落とす。中晩柑では温州ミカンに比べ黒点病に弱い品種が多い。気象条件や管理状況によっては炭疽病、すす病が増える。

なお、中晩柑では一旦収穫後貯蔵してから販売すること多いが、春からの温度上昇に伴い腐敗果が増加してくることもある。

③雑草管理不良が樹勢を低下させ病害虫を助長する

有機栽培では除草剤が使えないので、労力不足などによる管理不良園では、イネ科雑草やつる性雑草が繁茂する。やがてこれらは樹冠に侵入し、果実を傷つけ、光合成を抑えて落葉を助長し、果実の肥大を妨げ、根部では養分競合を起こす。また、雑草の繁茂は病害虫の発生・伝染・誘発源となるほか、各種管理作業を阻害する。

④多種多様な品種が続出し栽培技術が追いつかない

高糖系の交配品種が続々と出てくるが、それぞれ品種特性が異なり、病気への抵抗性も異なるので、品種特有の栽培管理技術の習得が難しい。中晩柑は温州ミカンに比べて吸肥力が強くて樹勢が強く、徒長枝も多くて栽培・結実管理は難しく、病害虫による単収低下や隔年結果が大きくなるなど、品種特性を十分発揮できない場合がある。中には、事実上有機栽培が困難な品種もある。

⑤幼木はミカンハモグリガ、雑草害で生育が阻害される

育苗段階及び定植初期にはミカンハモグリガが大発生し、葉面が食害され光合成が著しく阻害される。また、除草剤が使えないため雑草の繁茂が著しい。このため樹の生育は著しく劣り、慣行栽培園地に比べ着果時期が1～2年遅くなるほか、後々まで樹勢が回復せず病害虫への抵抗力が低下することが多い。

2. 有機栽培を成功させるポイント

近年、カンキツ産地では中晩柑の主力品種が大きく変移しつつ多様化している。高糖系の品種開発が急速に進み、従来の主力品種（ハッサク、伊予柑、甘夏）から不知火を筆頭とする新品种への転換が急速に進んでいる。有機栽培では、旧来からの中晩柑の方が栽培しやすいことや、一定の需要があるため、有機栽培はこれら品種が中

心であったが、最近は高糖系の新品種の有機栽培も目立ち始めている。

先進的な有機栽培者の多くは、慣行栽培並みの単収を上げ、外観品質も一定の水準を保ちつつ、拡大再生産可能な収益を上げ、規模拡大意向をもっている。先駆的な有機栽培者の技術の中から、有機栽培を成功させるポイントを示せば以下の通りである。

①生理・生態、園地条件を知り、観察を徹底する

慣行栽培では病虫害や雑草を化学合成農薬によって制御でき、また樹勢のコントロールも化学合成肥料で制御しやすいが、有機栽培では作物の生理・生態や園地の条件に応じた対応が基本になる。有機栽培では、適切な土づくりと栽培管理によって、樹の健全な生育と生育状態に即した結実管理が肝要であり、そのため、常時園地及び生育状態のきめ細かい把握が必要である。特に問題となる病虫害に対しては早期発見、早期対応が不可欠である。

②有機栽培が容易な園地条件を整備する

中晩柑の有機栽培で最も問題となる病虫害の発生は、樹体の健全度と深い関係がある。樹体の健全度は日照、通風、風雨、温度、降霜等の気象条件、傾斜度、斜面の向き、気流等の地形条件、土質、土性、肥沃度、排水性、保水性、地下水位等の土壤条件等とも関係する。これら条件は栽培管理により克服可能な条件もあるが、有機栽培の容易な圃場を選択することが肝要で、そうでない園地ではより良い条件へと改善が必要である。

③有機栽培が容易な品種から多品目化を進める

品種の選択は有機栽培の成否を大きく左右する。慣行栽培では高糖度系品種への更新が急速に進んでいるが、先進的な有機栽培者は、古くから地域に定着していたハッサク、甘夏、伊予柑など有機栽培が比較的容易で且つ一定の需要規模のある品種を使って、高品質な果実を生産し、高い収益を確保している。これらは、有機栽培を新たに開始する際の格好の品種となる。

一方、経営面や需要面からは、高糖度系品種

の中から有機栽培がしやすい品種を選択し、有機JAS許容農薬を活用して外観品質の優れた果実を生産し、収益性の高い宅配や贈答用果実の生産拡大を図っていくことが望まれる。但し、地域に合った有機栽培向きの品種情報はないので、地域の先進的な有機栽培者の情報や自らの試作によって確認していくしかない。

④土づくり、施肥管理で樹勢を安定させ病虫害を抑制する

土づくりが病虫害軽減と果実の品質・食味の向上に役立つことは、多くの有機栽培農家が証言している。土づくりと適切な施肥管理により樹体を健全にすれば、病虫害が発生しても一部に留まり、有機JAS許容農薬の散布と相まって、外観品質が多少劣ったとしても、収益性の高い経営を実現している有機栽培農家が多い。

一般に、窒素過多の園地や樹勢が劣る園地では病虫害が多発するので、堆肥の種類、施用量、施用法、施用時期にも留意する必要がある。但し、中晩柑の養分吸収量は温州ミカンに比べて3、4割多く、たいていの品種は温州ミカンのように窒素の遅効きによって糖の乗りや酸抜けが悪くなるという現象が起きにくいいため、養水分の管理は容易といえる。しかし、定期的に土壤分析を行って適切な養分管理を行わないと、元々の樹勢が強いだけに整枝剪定や結実管理の失敗と相まって、隔年結果を拡大するので留意する必要がある。

また、樹勢を安定させるには、土壤の排水性、保水性、保肥力を高める物理性の改良や、干ばつ時に備えた灌漑水の確保も重要である。

⑤有機JAS許容農薬を利用し病虫害を抑制する

最近育成されている高糖度系の中晩柑は、品種間で病害抵抗性がかなり異なる。生産を安定させるために、有機JAS許容農薬による防除が必要な品種もある。特に、不特定多数の消費市場を目指したり、通信販売も行う場合には、外観品質も重要なため、病虫害の発生初期の状況を見極めて、有機JAS許容農薬を活用する必要がある。

⑥幼木段階の生育を順調にする対策を採る

苗木の育苗・定植段階から有機栽培を行うと、

初期生育を遅らせ、結実までの年数も延びるばかりでなく、その後も樹勢が弱く病虫害を受けやすい等の問題がある。そこで、定植後2、3年間は慣行栽培と同様な方法で管理し、一定の樹体が形成されてから、有機栽培転換期を経て以後の生育を順調にしていく方法を探るとよい。

⑦整枝・剪定・摘果で高品質果実を安定的に生産する

有機栽培の整枝・剪定には、園地条件の改善、適切な肥培管理と相まって、病虫害の発生抑制を図る役割が期待され、また、高単収・高品質の果実を連年安定的に生産させる隔年結果防止の役割が求められる。

園地条件に応じた植栽条件により日照・通風条件を整えるため、植栽距離は慣行栽培よりも広めにとる必要がある。また、整枝・剪定により樹冠内の日照、通風を良くし、光合成を活発にする枝を残し、徒長枝や秋梢、枯枝や病虫害の付着枝葉を徹底して除去する。

有機栽培により樹勢が落ち着いてくると着果過多になるので、病虫害果の除去を中心に摘果を行い、施肥も夏から初秋にかけて樹体内への養分蓄積がなされるような体系に切り替えることにより隔年結果を抑制する。

⑧適切な草生管理で園地条件を整える

有機栽培園では雑草等の草生管理を適切に行うと効果が高い。草生栽培の効果は、雑草抑制のほかに、有機物の土中への補給、土壌の膨軟化、通気性や保水性向上、干ばつ防止、天敵や土壌動物の保全、樹冠への害虫転移防止、園地における暑熱防止による作業環境の改善など実に幅広い場面で認められている。このような効果を発現させるためには、通常年間4、5回の草生地の草刈りを行い、刈草は有機物の補給を兼ねて園地内に戻すと良い。

⑨商品性を高め、外観不良果を活かす

有機栽培農産物の規格は特にないが、広域流通のルートに乗せた販売を行うには、一定の自主規格の基準を作って商品価値を高める必要がある。宅配や贈答品では、多品目の詰合せ販売が

消費者から好評を得ている。また、有機栽培では生食に回せない外観品質の劣る果実の活用が収益性を高める上で欠かせない。加工品の製造や商品開発には食品企業の力を積極的に活用するとよい。

3. 生理・生態的特性

中晩柑は、温州ミカンとキンカン、香酸柑橘を除くカンキツ類の総称で、様々な品種が含まれる。1980年頃までは、ハッサク、甘夏、伊予柑、ネーブル、ポンカンなどが中心であったが、その後様々な交雑品種が生まれた。特に「清見」の血を引く交雑品種から「不知火」、「はるみ」、「せとか」等の食味の優れた品種が多数誕生し、全国的に生産量が増加している。これらの中晩柑は、同じカンキツ属の常緑果樹としての特性は温州ミカンと同じであるが、その他の特性は品種によって異なる。ここでは、有機栽培に取り組みやすく実績も多い甘夏、ハッサク、伊予柑を中心に述べる。

1) 原産地と気候・土壌的特性

(1) 甘夏

我が国の中晩柑の元祖ともいべき夏ミカン（品種名：ナツダイダイ）は、1700年ごろ山口県長門市仙崎に漂着した果実の種子から発生したとされる。江戸時代末期には萩の産業になっていた。明治期に西南暖地に浸透し、大正時代に和歌山県紀南地域や愛媛県南予地域で発達した。温州ミカンよりも寒さに弱い夏ミカンが山陰の萩で栽培されていたのは、日本海に流れ込む対馬海流のために比較的暖かく、冬期の曇天が極端な低温を回避していたためと推察されている（大和田1982）。甘夏は大分県津久見市蔵富で発見された夏ミカンの芽条変異で、1950年に「川野夏ダイダイ」として名称登録された。酸の低い美味しい夏ミカンとして植栽が増加し、熊本県田ノ浦町に最初の産地が生まれた。その後、九州を中心に栽培面積が急増し、夏ミカンにとってかわった。

甘夏は日本の風土に適し、栽培が容易で収量が多く（成木で約5t/10a）、隔年結果は少ない。

かいよう病には弱く、風当たりの少ないところが適している。温州ミカンよりも温暖で土壌が深く肥沃な所が適しており、年平均気温16～17℃程度で日照条件のよい地帯が望ましい。樹体の最低気温の限界は－5～－6℃で、果実の最低気温が－3℃以下に度々下がらないことが条件となる。

(2) ハッサク

ハッサクは広島県因島市田熊町の恵日山浄土寺の境内で1860年ごろ発見され、昭和初期に広島、愛媛の島嶼部で産地化が進んだ。1950年代に和歌山、徳島、愛媛などでも着目され、大規模産地が形成されていった。ハッサクは温州ミカンに比べ低温に弱く寒害を受けやすい。また、寒風による落葉被害も大きい。従って、ハッサクの栽培適温は年平均気温15℃以上であるが、最低気温が－5℃以下に度々下がらないことが条件となる。冷気のたまりやすい平坦部よりも標高300m以下の緩傾斜地が適している。耕土は深く排水性の良い肥沃な土壌が適している。降水量の少ない地帯では、糖度が高く果皮のキメが細かい高品質果実を生産できるが、収量は少なく灌水が必要である。降水量の多い地帯では、樹の成長が旺盛で徒長しやすく、糖度が低く果皮は厚くて粗い品質不良果が多くなる。年間降水量は1,500～2,000mm程度が望ましい。

かいよう病には抵抗性であるが、トリステザウイルス（ハッサク萎縮病）に感受性が高く罹病しやすい。弱毒系を接種した無病苗木を植栽すると共に、媒介昆虫であるクロアブラムシの防除と樹勢を落とさない栽培管理が重要である。栽培は容易で収量は多く（成木で約4t/10a）、隔年結果は少ない。

(3) 伊予柑

山口県田万川町（現、萩市）で明治19年に発見され、穴門（長門の古称）ミカンと呼ばれていたもので、松山市に苗木が持ち込まれ伊予ミカンとして売り出された。その後、伊予柑に改称され、愛媛県の看板品種に発展した。温州ミカンよりも樹勢が弱く、耐寒性も弱い。年平均気温15.5～16.5℃程度が望ましく、限界温度は－6℃で、－5℃の低温が度々来る所では栽培できない。寒風の当たらない、温暖で日照条件の良い所が適している。かいよう病には強い。排水性と通気性が良く耕土の深い肥沃な土壌が適しており、伊予柑の平均収量は3t弱/10aであるが、下層土まで通気性が良く細根が分布している圃場では4t以上の収量を上げている。樹勢が弱く着花過多になりやすいため、適地の選定が重要である。

宮内伊予柑は普通伊予柑の枝変わりとして昭和30年に松山市で発見され、品質の良さから現在ではほとんどが宮内伊予柑である。伊予柑は果皮の鮮やかな紅色が特色であるが、着色には15℃付近が適温で、着色期にこの適温域に長く遭遇できる地帯ほど紅の濃い高品質な果実が生産できる。

2) 生理・生態的特性

(1) 生育周期

発芽、開花期は甘夏、伊予柑では温州ミカンよりも3～5日ほど早く、ハッサクではほぼ同じかやや遅い。春梢は3月末～4月上旬頃に発生し、5月上中旬に伸長を停止して、6月上旬には充実する。夏梢は7月上旬～8月中旬に発生し、着果が少ないと9月に秋梢が発生する。新根の伸長は新梢の発生に応じて、甘夏では4月中旬、7月中下

表Ⅲ－1 カンキツ幼木における耐凍性の品種間差異（吉永ら1979）

品 種	枯死葉率(%)				枯れ込み程度			
	無処理	－6℃	－8℃	－10℃	無処理	－6℃	－8℃	－10℃
宮内伊予柑	7.2	50.9	92.5	92.5	0	0.7	2.7	5.0
川野夏ダイダイ	3.5	44.2	99.6	99.6	0	0.0	2.5	5.0
ハッサク	3.3	14.7	98.8	98.8	0	0.0	1.8	4.5
ネーブル	25.7	69.4	100.0	100.0	0	1.3	3.7	5.0
ボンカン	7.1	15.8	98.5	98.5	0	0.0	2.3	4.7

注1: 2年生鉢植え樹を供試。注2: 枯れ込み程度は、無:0、微:1、軽:2、中:3、甚:4、激甚:5



写真Ⅲ-1 ハッサクの総状花序

旬、10月上中旬頃にピークが見られ、伊予柑では5月上旬～7月下旬、8月上旬～9月下旬、10～11月とされている。いずれの品種も春梢と4～7月の新根発生が最も多い。

果実の細胞分裂期、生理落果期、翌年の花芽分化期については、温州ミカンとほぼ同じである。

光合成産物である炭水化物栄養、土壌から吸収する窒素栄養の季節推移や働きも、温州ミカンとほぼ同じである。ただ、夏～秋の果実肥大が旺盛で、収量が多く樹上に長く着生している分だけ多くの栄養を必要とする。そのため物理性、化学性、生物性の良好な土壌が必要で、有機栽培に適した品目である。

(2) 着花習性

充実した前年の春枝（結果母枝）、または夏枝に有葉花や直花が着蕾する。温州ミカンに比べ有葉花が多い。直花は有葉花よりも開花期が早く初期肥大は良好であるが、その後は有葉果の方がよく肥大する。有葉花は結実率が高く、大玉で糖含量の高い高品質な果実を生産できる。

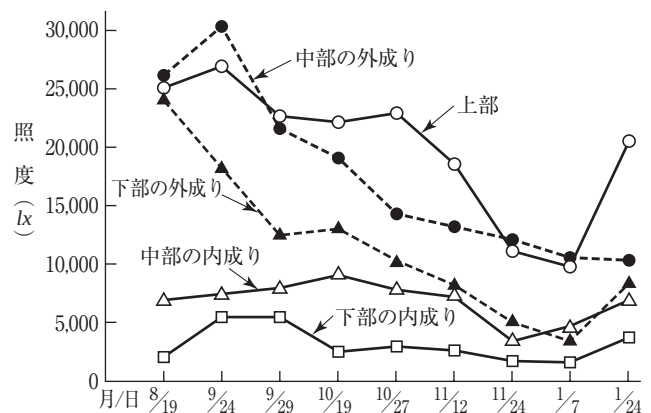
ハッサクはブンタンの血が入っており、花が房状になる総状花序が特徴である。甘夏や伊予柑は温州ミカンと同じ単生花である。いずれの品種も樹勢が弱ると花だらけになり、花に養分を取られてさらに衰弱する。伊予柑で特にこの傾向が強く、樹勢の弱い樹では新梢が発生せず、結果母枝の基部の芽まで花芽に分化し、1カ所から2～4個の叢状花を着け、ほとんどが落花する。これを防ぐには、樹勢を強く保って冬期の貯蔵養分を増やし、

無駄な花を咲かせる弱小枝を剪除し、しっかりした春梢を多く発生させることである。また、伊予柑では、春梢が叢状に発生して伸長が劣り、翌年の着果過多の原因となる。芽欠きによって本数を減らし、残した芽の伸長と充実を促す作業が必要である。

いずれの柑橘も、温州ミカンの項で述べたように栄養生長と生殖生長のバランスが重要で、葉の多く着いた、細根のよく発達した丈夫な樹づくりが栽培の基本である。ハッサクや甘夏では大木になるが、木材を作っているのは経営にならない。結果枝となる充実した春枝を多く出させる栄養管理が肝要である。また、冬期の落葉が樹勢を衰弱させるのはカンキツ類に共通である。

(3) 耐陰性

各品種とも温州ミカンに比べ光に敏感で、耐陰性が非常に弱い。日照条件の良い樹冠上部や外層部に有葉果が多く発生し、大玉で着色が良く糖度の高い高品質果実が生産される。一方、樹冠内部や下層部では、日照不足のため着葉、着果が少なく、着果しても果実の肥大が悪く糖度も低い。甘夏の調査事例を図Ⅲ-1、表Ⅲ-2に示した。光環境には密植の弊害が最も大きい。樹間を広く取り樹冠が接触しない独立樹にする必要がある。また、樹冠内に光が入り込むように、樹冠にでこぼこを作る整枝・剪定を心がける。



図Ⅲ-1 川野夏ダイダイ成木の結果部位と照度の季節推移 (富田1982)

表Ⅲ－2 川野ナツダイダイ若木の遮光処理と
果実品質（富田 1978）

年度	処理区	横径 (cm)	果実重 (g)	可溶性 固形物(%)	酸含量 (%)
1975	40%遮光	9.9	328	9.4	2.18
	無処理	10.3	361	9.5	2.06
	80%遮光	9.0	272	8.9	2.50
	無処理	10.1	355	9.5	2.18
1976	40%遮光	9.6	313	9.7	2.07
	無処理	10.0	355	10.1	1.92
	80%遮光	8.7	240	9.0	2.57
	無処理	9.6	304	10.1	2.12

4. 有機栽培技術の基本と留意点

中晩柑は、多様な品種群からなり、それぞれ個性的な特性と魅力は持ちつつも、同じカンキツ属の常緑果樹としての特性は温州ミカンと同じであり、有機栽培に当たっても共通点が多い。そこで、以下では、中晩柑の有機栽培を円滑に行う視点から技術解説を行うが、随時温州ミカンでの解説を参考にされたい。

1) 品種の選択

中晩柑の種類は旧来からの主力品種であった甘夏、ハッサク、伊予柑に続き、不知火ほか多数の高糖度系品種が登場しているので、有機栽培を行う際の品種選択に当たって知っておきたい事柄を示した。

(1) 収穫期の違い

中晩柑には多くの特性の異なる品種が含まれる。収穫期毎に前期、中期、晩期に分けると表Ⅲ－3のようになる。一般に主産地は1月20日頃まで樹上に置ける地域が多い。年平均気温は16℃以上で、冬季極温（最低温度）が－3℃以下に下らない地帯であれば適地と言える。但し、果実の凍らないことが絶対的な条件のため、適地

は海岸部や傾斜地になる。3月中旬～6月までに収穫する品種は無霜地帯など、より低温に遭遇する機会の少ない地帯が適地となる。

近年、本来1月中旬～2月中旬頃が収穫適期の品種を、本来の味がのらない12月下旬～1月上旬に収穫し、品種の実力を発揮できない産地が増えている。品種固有の適地以外での植栽は品種全体の評価

を下げ、消費減退につながるので注意を要する。

中晩柑類は日本の代表的な温州ミカンに対して「雑柑」と言われてきた歴史もあるが、最近では温州ミカンの生産量が漸減する中で、高糖度で特色のある有望な中晩柑品種が続出していることもあり、新植は中晩柑の方に勢いがある。品種特性がそれぞれ異なる中晩柑では、特に適地適作を重視する必要がある。

(2) 留意すべき病害虫

柑橘類の難防除病害虫には、そうか病、かいよう病、黒点病、サビダニ、カイガラムシ類、カメムシ類、貯蔵腐敗病などがある。土づくりの徹底や天敵の利用、病葉枝、枯枝の除去などである程度対応できるものもあるが、そうか病、かいよう病、サビダニなどは防除が難しい病害虫として残る。

そうか病は温州ミカン、レモン及び晩柑の「南津海」に多発するが、大半の中晩柑は罹病しない。一方、かいよう病はレモン、南津海を含め中晩柑に多発する。かいよう病は展葉期以降の暖かい時期に強風などで枝葉に傷ができて、その後に降雨があると多発する。中晩柑地帯で風雨を伴った台風を受けると確実に発病するというやっかいな病気である。対策としては病枝葉の剪除のほか、有機JAS許容農薬であるボルドー液、ICボルドー等に

表Ⅲ－3 中晩柑類の収穫期から見た品種分類

12月初旬～1月上旬(前期)	1月中旬～3月上旬(中期)	3月中旬～6月(晩期)
ネーブル、ハッサク、ボンカン、伊予柑、はれひめ、紅まどんな	不知火、甘夏、甘平、せとか、はるみ、清見	黄金柑、河内晩柑、はるか、カラ、南津海

注: ネーブル、ハッサク、ボンカンの本来の味から見た収穫適期は、1月中旬～3月上旬であるが、温度条件から見て寒害の恐れがある産地では早期に収穫することが多い。

表Ⅲ－４ 有機栽培に取り組みやすい品種の目安

品種名	ネーブル	紅まどonna	ハッサク	ボンカン	伊予柑	不知火
評 価	○	○	◎	○	◎	○
品種名	甘夏	甘平	せとか	南津海	黄金柑	河内晩柑
評 価	◎	○	○	○	◎	×

(注)◎:取り組みやすい、○:比較的取り組みやすい、×難しい

よる防除を行うことであるが、完璧な予防は難しい。

かいよう病にはもう一つの発生要因がある。幼木時の新葉にミカンハモグリガやアゲハチョウの幼虫が食害するが、その傷跡に必ずかいよう病が発生する。ひどい場合は成長が全く止まったり、根まで枯死することがある。慣行栽培では1週間に1度、このミカンハモグリガ等を防除してかいよう病の発生を抑えているが、有機栽培ではこの点が解決できていない。

よって中晩柑類で最も手強い病気がこのかいよう病であり、有機栽培を行うに当たっては強風の当たりにくい園地を選ぶか、防風林または防風網を完備する必要がある。

有機栽培農家の経験を元に、中晩柑類の主な品種で有機栽培が比較的行いやすい品種と、難しい品種の目安を表Ⅲ－４に示した。

(3) 品種選択の際の留意点

有機栽培者も、いろいろな品種・系統を導入し、販売期間を長期化する傾向にある。栽培品種の分散は限られた労働力でも繁忙期を分散させることにより収入機会を広げる方法である。また、自然災害リスクの軽減、販売価格変動への備えなどのメリットもある。このような観点から品種構成を考える際の留意点を挙げれば以下の通りである。

- ①適地適作を第一に考える必要がある。経営戦略上温州ミカンから中晩柑の遅い品種まで、幅広い品種を揃えても、適地でなければ品種特有の特徴を持った商品にはできない。有機栽培であればなおさら苦労が多く、商品価値のあるものを生産できない恐れが強い。
- ②果樹では消費者嗜好を先取りした良食味品種の導入を図ることが重要であるが、有機栽培で成功するのは栽培しやすい品種である。特に中

晩柑では収穫から販売までの間に長い貯蔵期間を伴うこともあるので、貯蔵中の腐敗病にも配慮した品種選定が必要である。

- ③最近の国・県の研究機関での開発品種は、総じて良食味で豊産性のものが多いので、各種情報を吟味し新品種・系統を積極的に導入するとよい。但し、病害虫に特に強い品種開発までには至っていない。

2) 健苗の育成と初期生育の確保

中晩柑は品種による違いはあるが、およそ40～50年の経済寿命がある。「三つ子の魂百まで」との諺があるように、果実が結実し始めるまでの約3年間の幼木管理は、その後の生育を大きく左右する。中晩柑類の植付け準備から定植までの留意事項やその後の幼木期（1～3年生）の手入れは温州ミカンと同様なため、第3部Ⅱ.温州ミカンの有機栽培技術の「4. 2) 健苗の育成と初期生育の確保」を参照されたい。

中晩柑類の多くはかいよう病に罹病する。特に幼木期の夏秋梢葉にミカンハモグリガが食入するが、その防除ができない有機栽培では、かいよう病に100%近く侵される。その結果、葉は落ち、新梢まで枯れ、ほとんどの幼木が春枝だけで生育する状態になる。本来であれば3年で大きくなる樹冠が5年でやっと同じ大きさになる。しかも弱々しい幼木で、根まで枯死する樹木も混じる不揃いの園地になるのが現実である。それでも有機栽培で自然に任せて果実が結実するのを待てば、実がつき始めると徐々に枝も堅くなり、さらに2～3年かかって少しずつ正常化する。

このような問題に対処するため、小面積の苗圃を作り、慣行栽培で2～3年間は集中的に管理して、ミカンハモグリガ等も防除して、かいよう病に

罹らないように育て、大苗にして有機栽培圃場へ移植する方式が普及しつつある。こうして当初の1年目の収穫果実は慣行栽培品とし、その後の2年間は別扱いで有機JAS転換期間中、4年目の収穫物からは成木園地と同様に有機農産物の扱いにすることができる。このようにして幼木期間を短縮しつつ健苗を育成し、有機栽培への移行を円滑にする方法も有力な選択肢としたい。

なお、有機栽培園地に大苗等を補植した場合には、その果実の扱いは有機JAS規格に準拠する必要があるので、第3部Ⅰの3の2)「有機JAS規格での有機農産物表示と留意点」を参照されたい。

3) 土づくり

(1) 有機栽培への転換時の土づくり

慣行栽培から有機栽培への転換時の土づくりは、初期の良質完熟堆肥の増投や草生栽培など基本的に温州ミカンの場合と同様である。しかし、中晩柑は温州ミカンより深根性で、多肥を好み年間を通じて樹体栄養を十分に保つ必要がある。すなわち、温州ミカンでは果実の品質（糖度や色づきなど）を高める上で、養分（主に窒素）が収穫期に最少になるようにコントロールしていく必要があるが、中晩柑は通年肥料養分が効いている状態が良く、収穫時にも窒素成分が残っている状態のため味のコントロールは難しい。

このことに対処するため、先進的な有機栽培者の多くは、良質の完熟堆肥の施用が味を良くするとして実践している。また、良質の完熟堆肥の施用が味だけでなく、健全な樹づくりを通じて病虫害の抑制にも働くとしている。さらに、土づくりの一環として投入するゼオライト等ケイ酸分の多い資材や稲わら、茅等の堆肥や敷きわらが、その効果を助長するとしている。このようなことから、開園や皆伐新植時の土づくりには、良質な完熟堆肥とともに、C/N比の高い繊維分の多い有機質資材の投入も同時に行うようにしたい。

中晩柑はかいよう病にかかりやすい品種が多いので、温州ミカンの項で解説したのと同様の理由

で、慣行栽培によって大苗に育ててから移植する方が有機栽培への移行が安定的、効率的に行えるので考慮したい（第3部Ⅱ．温州ミカンの有機栽培技術の「4.3）土づくり」参照）。大苗移植方式は有機栽培圃場へ補植する方式としても適しているが、収穫時の果実の分割管理等を徹底して、有機JAS表示で間違いのないよう注意する必要がある。

なお、大苗移植には予想以上に手間がかかり、植栽後には十分な灌水と風に耐える支柱立てが必要になるので留意する。

中晩柑の既成園地を有機栽培園地に転換する際には、温州ミカンの場合と同様な対応を行う。

(2) 安定期に入ってから土づくり

草生管理を含めて土づくりの基本は温州ミカンの場合と同じである。但し、中晩柑は温州ミカンに比べ肥料養分の要求量が多く、収穫期にも肥料切れがないようにする必要があり、夏肥や秋肥を質・量共に重視して、果実の充実と翌年の花芽の準備を同時に行うようにする。

このためには、先進的な有機栽培者が重視しているように、土壌中の優良微生物群の種類や量を増やし、その優位性を維持するための土づくりや施肥管理を行う必要がある。

4) 施肥管理

温州ミカンよりも結実期間が長く、生産量が多い中晩柑の年間施肥量は温州ミカンよりも多くする必要があり、いずれの品種も窒素成分で30～35kg/10aであり、1年を通じて樹体栄養を十分に保つ必要がある。1回の施肥量が多いと濃度障害や土壌流亡が起こりやすいため、通常は4回程度に分施する。施肥基準の一例（目標収量4t）を、表Ⅲ－5～Ⅲ－7に示した。春肥は3月上旬、夏肥は5月中旬～6月下旬、初秋肥は8月下旬～9月上旬、秋肥は11月上旬～中旬に施用する。各施用時期の肥料の役割は温州ミカンと同じであり、どの時期の肥料も重要な役割がある。特に、中晩柑は夏～秋の果実肥大が旺盛で、夏肥の施用効

表Ⅲ－５ 甘夏の施肥基準（熊本県）

施肥時期	割合(%)	施肥成分量(kg/10a)		
		N	P ₂ O ₄	K ₂ O
2月上旬～3月上旬	35	10.5	7.4	7.4
5月上旬～6月上旬	30	9.0	6.3	6.3
9月上旬	20	6.0	4.2	4.2
11月上旬～中旬	15	4.5	3.1	3.1
合 計		30.0	21.0	21.0

表Ⅲ－６ ハッサクの施肥基準（和歌山県）

施肥時期	堆肥 (t/10a)	施肥成分量(kg/10a)			分施率(%)		
		N	P ₂ O ₄	K ₂ O	N	P ₂ O ₄	K ₂ O
1～3月	1以上						
3月上旬		10	5	6	31	31	30
6月上旬		6	3	4	19	19	20
9月上旬		8	4	5	25	25	25
11月上旬		8	4	5	25	25	25
合 計	1以上	32	16	20	100	100	100

表Ⅲ－７ 早生伊予柑の施肥基準（愛媛県）

施肥時期	施肥成分量(kg/10a)			分施率(%)		
	N	P ₂ O ₄	K ₂ O	N	P ₂ O ₄	K ₂ O
3月上旬	9	5	6	28	22	24
6月下旬	9	7	8	28	30	32
9月上旬	7	6	6	22	26	24
11月上旬	7	5	5	22	22	20
合 計	32	23	25	100	100	100

果が大きい。また、冬期の耐寒性や生理障害の発生、果実の貯蔵性には初秋肥の役割が大きい。堆肥や有機物の補給は、土壌の緩衝性を高め保肥力向上に有効である。しかし、過剰な堆肥施用は樹が栄養生長に傾き、果実の品質低下と病害虫の多発を招くので、樹の観察と定期的な土壌診断が必要である。

５）園地の選択と整備

（１）園地の選択

中晩柑の有機栽培を困難にする主な原因は、台風と病害虫の発生である。防除の難しい病害虫にはかいよう病、黒点病、サビダニ、ミカンハモグリガなどがある。幼木時のミカンハモグリガの食入はかいよう病を助長するので、「２）健苗の育生と初期生育の確保」の項で対応策を解説してきた。

中晩柑で最も深刻な病害はかいよう病であるが、これは台風と関係が深い。多くの柑橘産地が西南暖地にあるが、ここは台風の上陸しやすい地域でもある。台風等の風雨により枝葉に傷ができ、その前後の雨滴によってかいよう病は一気に拡散・発病する。

かいよう病に限らず温暖多雨地域は病気・害虫が共に多い傾向があり、有機栽培の適地とはいえない。端的に言えば、慣行栽培で楽に良い果実が毎年収穫できる園地が有機栽培の適地でもある。南面の緩傾斜地でも台風が度々付近に上陸

する所では病害によって園地が荒れ、近くの北向きの園地の方が高品質の果実を安定的に生産していることもある。

このように中晩柑は、必ずしも南向きの日当たりの良い緩傾斜地が有機栽培の適地とは言えないこともあるので、個々の園地ごとに適否を判断し、条件に応じた工夫を行いつつ有機栽培に取り組む必要がある。

（２）園地の整備

有機栽培を成功させるには、以下のような点に留意して園地整備を行う必要がある。

- ①園地を皆伐して全面改植を行うことは、問題点を修正する好機であり、以下の点に留意して整備を行う。
 - i. 園内道や作業道の整備と並行して排水対策を徹底する。
 - ii. 平坦地またはそれに近い園地では、高畝方式に造成して植栽すれば、排水条件が整うばかりでなく、日当たりと風通しが良くなる。
 - iii. 強風対策として計画的に防風林・防風網を配備する。
 - iv. 植付距離を慣行栽培よりも広めにとる。
- ②既存園での有機栽培の弱点を解消するため、以下のような点に留意して条件整備を図る。
 - i. 密植状態では日当たり、風通しが悪く、病害虫発生の温床になりやすいので、間伐または思いきった縮伐を行う。
 - ii. 園地内に排水不良場所があれば改善する。
 - iii. 防風林及び周囲の樹木を整理して、日当たり、風通しの改善を図る。
 - iv. 徒長枝の排除を計画的に行い、日当たり、風通しを良くする。

6) 植栽と整枝・剪定

(1) 植栽密度

植栽密度は園地の条件と中晩柑の品種によって異なり、模式的に示せば図Ⅲ－2のようになる。樹間距離は品種・系統の特性や作土の深さなどによって適宜加減する。

中晩柑を植え付ける際の留意事項及び幼木時の管理の要点は、温州ミカンと同様なので、第3部Ⅱ．温州ミカンの「4. 6) 植栽と整枝・剪定」を参照されたい。

(2) 整枝・剪定

中晩柑の有機栽培事例からみると、整枝・剪定の方法は、大きくは以下の3タイプに分かれる。

- ①ほとんど無剪定か、枯枝になりそうな枝の剪除に留めておく方法である。この方法でも枯枝は徹底的に剪除し、園外に必ず持ち出すことも徹底する。
 - ②樹冠の半分または全部の小枝を切り落とす交互結実法を採用する方法である。2年に1度は罹病枝も剪除するので、果実は慣行栽培並みの外観である。
 - ③慣行栽培とほぼ同様であるが、側枝間の間隔を若干広くとり、日当たりや風通しを良くして病害虫に対応するやり方である。
- 以下では、主に3番目の方式について解説する。
「病害虫の発生は日照と風通しに反比例する」と云われているように、整枝・剪定は有機栽培で

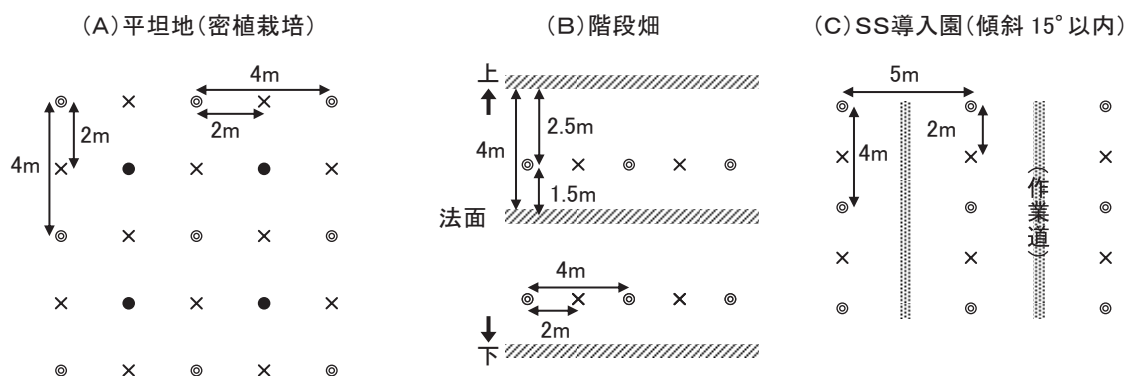
は特に重要な管理作業である。但し、あまり急激に樹型を変えようとして強剪定をすると、樹勢が乱れて夏秋梢（徒長枝）の発生が多くなり、種々の病害虫が多発しやすいので注意する。

有機栽培園地では、間伐あるいは縮伐が徹底されていることが剪定以前の問題として重要である。これらが遅れているようであれば速やかに実施し、圃場全体の日照や風通し、作業性の向上を図る必要がある。

なお、有機栽培園では高接更新は少ないが、中晩柑については有望な新品種が多いこともあり比較的多い。高接を行った場合には、地上部の葉数を早急に確保し、地下部と地上部のバランスを保つことが3年目以降の生育と収穫量を左右する。このため、高接後1年目と2年目の夏秋梢までの管理は慣行栽培で行って地上部の葉数確保を優先し、秋梢の発生が一段落した時点で有機栽培に転換すると順調に移行することができる。但し、高接2年目の途中で転換し、その年の1回目の収穫物は慣行表示、2、3年目は有機転換期間中、4年目以降が有機栽培農産物表示となる。その後は日照、風通し等に注力し、病害虫対策を強化して有機栽培を継続する。

7) 結実の確保と品質向上

花芽形成には前年の貯蔵養分が重要で、冬～春にかけて旧葉の役割が大きいことは温州ミカンと同じである。ただ、温州ミカンと異なり、栄養状態は1年を通じて良い状態に維持されるため、通



図Ⅲ－2 中晩柑の望ましい植栽密度

凡例： ×新植後6～8年程度で間伐、●新植後12～15年程度で間伐、◎成木段階で残す樹

常、隔年結果は温州ミカンよりも少ない。樹勢が衰弱すると、または着花過多にすると隔年結果を助長する。日照条件の悪い樹冠内部や裾部にはほとんど着花せず、着果しても果実の品質が悪い。樹冠上部や樹冠外周部では有葉花が多く、肥大が良好で果実の品質も高い。生理落果の原因やパターンについては、温州ミカンとほぼ同じである。

生理落果終了後の肥大が良い果実ほど収穫時の果径は大きく、8月の果径と収穫時の果径には高い正の相関が認められる。従って、大果の生産を狙う中晩柑では、7月の早期摘果を励行し、樹冠内部や裾枝を中心に小果と障害果を摘除する（表Ⅲ－8）。9月以降の摘果では肥大促進効果が低く、8月下旬には仕上げ摘果を完了させる。

最終の1果当たりの葉数（葉果比）は、温州ミカンでは25～30枚/果であったが、中晩柑では100～120枚/果ぐらいが適当である（表Ⅲ－9）。

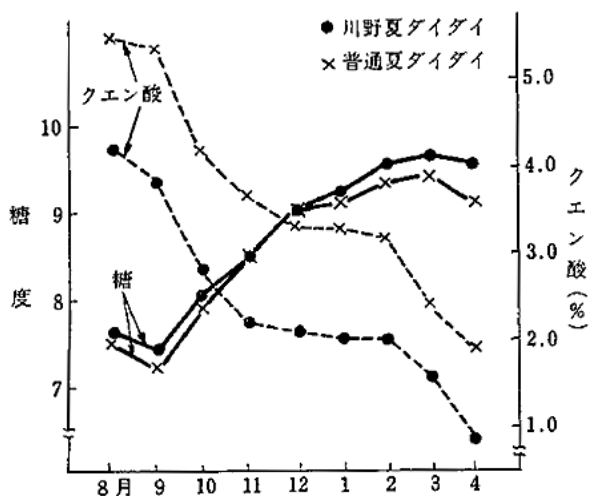
果汁の糖、酸含量の季節推移を図Ⅲ－3（甘夏）、図Ⅲ－4（伊予カン）、図Ⅲ－5（ハッサク）に示した。いずれも2～3月頃の糖度が高く、少なくとも樹上に2月まで置いてから収穫するのが果実品質の面から良いことが分かる。しかし、寒波に遭って凍霜害を受ければ苦味発生やス上りが発生する。そのため、危険を避けて年内に収穫し、貯蔵して寝かせる産地が多い。図Ⅲ－5はハッサクの貯蔵後の糖度変化を見た結果である。12月～1月に収穫した果実でも、貯蔵中に糖度が上昇している。

表Ⅲ－8 ハッサクの摘果時期と収穫果実の階級構成、収量（富田1982）

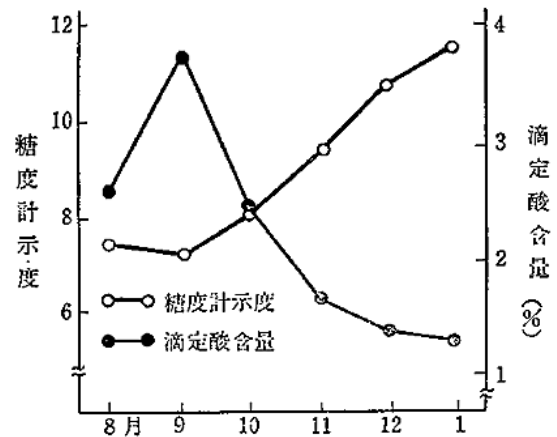
地形	処理区	階級構成 (%)					収量 (kg/樹)	平均 果実重(g)
		2L	L	M	S	2S		
水田転換園	7月摘果区	5.9	50.8	40.2	3.1	—	69.3	273
	8月摘果区	5.8	38.4	50.0	5.8	—	68.6	270
	無摘果	—	9.7	37.2	39.5	13.6	79.8	209
傾斜地	7月摘果区	14.1	41.2	40.7	4.0	—	46.2	261
	8月摘果区	10.7	27.7	56.3	5.3	—	44.6	252
	無摘果	1.8	7.2	30.7	37.7	22.6	60.1	181

表Ⅲ－9 川野夏ダイダイの葉果比と果実の収量及び階級構成（森岡1978）

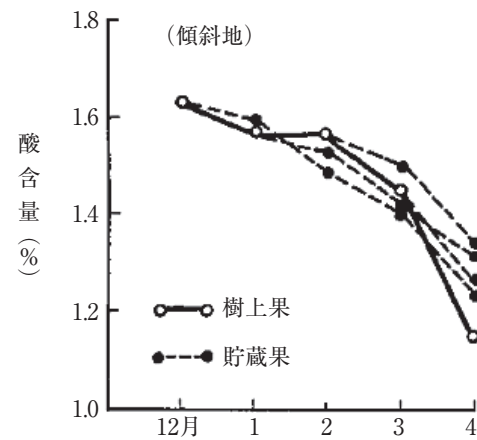
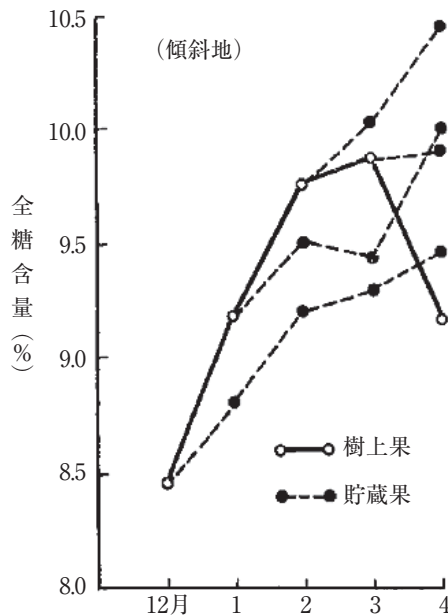
葉果比 (枚/果)	階級構成 (%)				M級以上 (%)	1果 平均重(g)	収量 (kg/1万葉)	果実の横径(mm)	
	L	M	S	2S				8月15日	1月12日
75	0.2	9.0	44.5	46.3	9.2	281.0	37.3	57.1	87.1
100	6.2	32.0	43.0	18.8	38.2	297.0	29.7	59.8	92.5
125	12.9	14.7	38.4	13.0	48.6	311.0	25.3	58.8	92.8
150	17.3	58.7	22.1	1.9	76.0	340.0	22.9	63.5	96.8



図Ⅲ－3 夏ダイダイの糖、酸含量の推移（富田1982）



図Ⅲ－4 伊予カンの糖、酸含量推移（富永ら1978）



図Ⅲ－５ ハッサクの収穫時期と貯蔵後の糖、酸含量推移（富田 1982）

8) 園地管理

基本的なことがらは温州ミカンと同じである。

9) 病虫害防除

(1) 病虫害防除の基本的考え方

中晩柑の病虫害抑制の基本的考え方は、温州ミカンの場合と同様であるが、多少異なる点や留意点は以下の通りである。

- ①中晩柑の有機栽培では、温州ミカンで苦労するそうか病が問題にならない点は有利である。しかし、中晩柑はかいよう病に対しては非常に弱く、重点的な対応が必要になる。
- ②かいよう病対策として風当たりの少ない園を選ぶ必要がある。風当たりが強い場所では防風ネットの設置は必須である。
- ③温州ミカンに比べて果皮が弱く黒点病の発生が多い品種もあるので、本病に対する対策も温州ミカン以上に徹底する必要がある。
- ④耕種的対策は温州ミカンに準じるが、かいよう病と黒点病に対する対策を温州ミカンの場合よりも徹底しなければならない。
- ⑤中晩柑の有機栽培における病虫害管理マニュアルは、第3部Ⅱ.温州ミカンの4.「10」(6)有機栽培における病虫害管理マニュアル」(表

Ⅱ－15参照) 対象病虫害欄の「そうか病、かいよう病」欄を「かいよう病」と読み替えていただく以外は同じなので参考にされたい。

(2) 主な虫害の発生生態と対策

全ての害虫対策は温州ミカンに準じる。中晩柑で特異的に問題になる害虫はない。カメムシ類については、温州よりも果実の成熟時期が遅いため、飛来、加害ともに少ない傾向にある。

(3) 主な病害の発生生態と対策

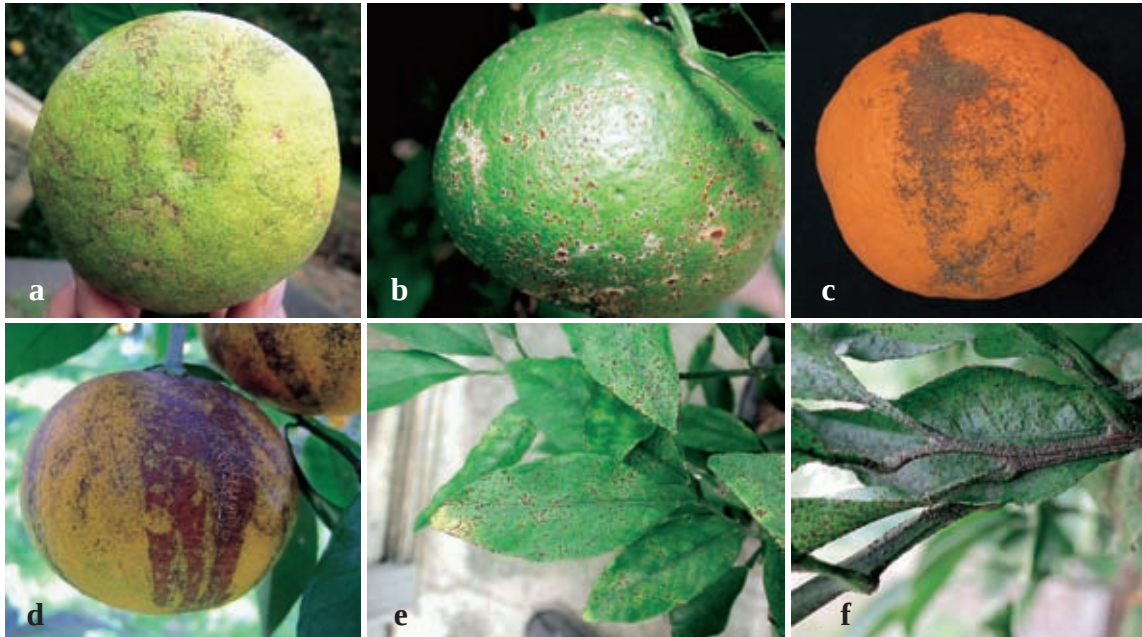
温州ミカンに準じるが、そうか病は発生しないので、本病を対象とした対策の必要はない。かいよう病は温州ミカンの場合よりも問題になることが多く、黒点病も温州ミカンより発生が激しいことが多いので、注意が必要である。以下、中晩柑で特に問題になる病害について解説する。

①黒点病（写真Ⅲ－2）

中晩柑の中でも、清見及び清見が母本になっている品種では、温州ミカンの場合より症状が重く、激しい黒点を生じるので、有機栽培には不向きである。これらは耕種的対策を徹底する。

②かいよう病（写真Ⅲ－3）

中晩柑の大部分の品種では温州ミカンよりも被害が激しく、激発するとことも多く収穫皆無になる



写真Ⅲ-2 黒点病

a. 甘夏の涙斑状病斑、b. 清見の黒点病斑、c. 不知火の残存柱頭が伝染源になった時の激しい黒点症状、
d. 甘夏の激しい涙斑状病斑、e. 清見の葉身の黒点症状、f. 清見の枝の激しい症状

(b、e、fの提供：三好好典氏)

こともある最重要病害であり以下の点に留意する。

- i. 温州ミカンより風当たりの弱い園で栽培することが必要で、風当たりが強い場合には防風ネット、防風垣の整備が必須である。
- ii. 強風や台風による暴風雨が予想される時は、必ずその前に銅剤を散布しておく。台風襲来後の散布では効果はない。
- iii. 病斑中での病原細菌の生存日数が温州ミカンの場合よりもかなり長いのが特徴であり、特に、枝病斑、前年の秋に無病徴で感染している病斑などが伝染源になるので、見つけ次第徹底して剪除する。



写真Ⅲ-3 かいよう病

枝病斑の周囲の葉身に発生している状況

- iv. 中晩柑は温州ミカンより銅の薬害（スターメラノーズ）の発生が多いので、果実肥大期以降のボルドーなどの銅剤の散布は控えなければならない。つまり、果実肥大期になるまでに徹底した対策を講じて、春葉には病斑皆無の状態にしておくことが望まれる。

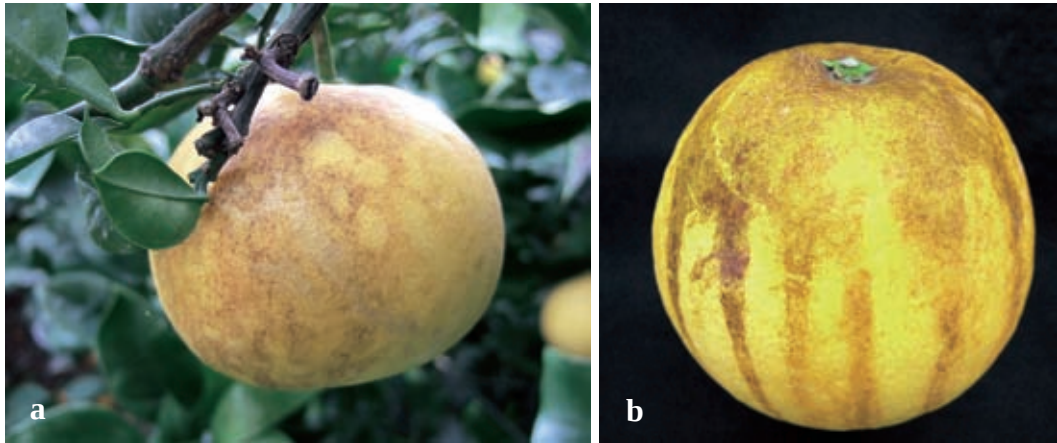
③さび果病（写真Ⅲ-4）

i. 被害の状況

温州ミカンでは問題にならないが中晩柑で被害が大きい。樹上で越冬した中晩柑の果実に1月を過ぎる頃から褐色ー赤褐色の微細な斑点が発生する。貯蔵中も病斑は拡大し、3月過ぎから激しくなる。濃厚感染の場合には流れたような涙斑状や泥塊状の病斑を形成し、商品価値が大幅に低下する。収穫時は未発生であっても貯蔵後期の3ー4月頃になると発生することが多い。

ii. 生態

伝染源は枯枝で、9～10月の降雨時に大量の胞子が飛散して感染する。多雨は発生を助長する。感染後は潜伏しており、発病は翌年の1月以降となる。枯枝の多い老木樹や衰弱樹で発生が多い。



写真Ⅲ-4 さび果病

a. 果梗枝が伝染源になって発病している状況、b. 涙斑状の症状

iii. 対策

黒点病に準じた対策を講じる。特に枯枝と摘果痕が主要な伝染源のため、果実の周り、特に果実上部の摘果痕を徹底して剪除すると効果が高い。

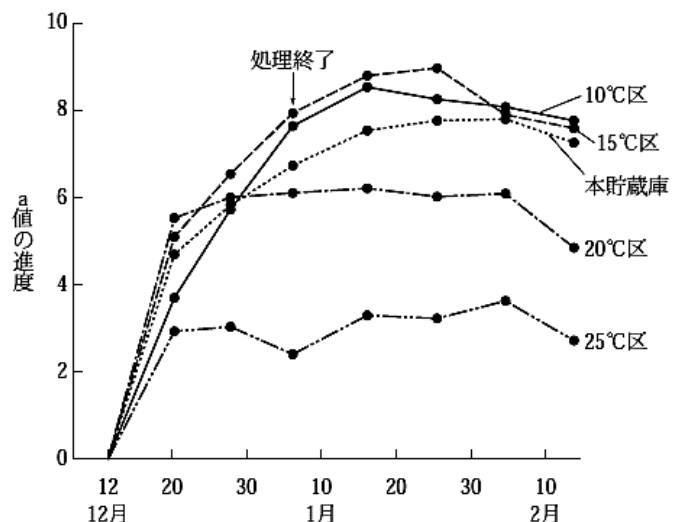
10) 収穫・出荷・貯蔵

樹上に置くほど果実の品質は向上し、着色や糖度が向上する。また、未熟果よりも完熟果で貯蔵性は高く果皮障害が出にくい。果実品質上からは収穫時期は1～2月が望ましいが、寒害の危険があるため、12月下旬～1月上旬に収穫する場合が多い。着色や味の均質化、貯蔵性の向上、寒害の回避などを図るために、2回程度の分割採取を行うとよい。収穫は東～南面向きの朝日のよく当たる部分から始める。収穫作業は果実に傷をつけないように丁寧に行う。

中晩柑は品種によって果実の特性が異なり、予措条件や貯蔵特性は異なる。貯蔵する前に実施する予措には、乾燥予措と高温予措がある。乾燥予措は果皮水分を減少させ、果実の呼吸活性を抑えて貯蔵中の品質劣化を防止する。高温予措は果実熟度を進め、果皮色を向上させたり貯蔵性を高めたりする。伊予柑の場合、予措温度と貯蔵中の果皮色変化の関係は図Ⅲ-6の通りである。また、予措が効果的

な品種は多いが（甘夏の調査事例：表Ⅲ-10）、ハッサクは乾燥によりコハン症を発症するため予措は逆効果になる。湿度保持の方が重要であり、収穫してすぐにポリ個装した方が品質劣化は少ない（表Ⅲ-11）。

主要な中晩柑類の貯蔵温度と果皮色a値（オレンジ色）との関係を、図Ⅲ-7に示した。また、柑橘類の最適貯蔵温度を表Ⅲ-12に、低温障害の発生する限界を表Ⅲ-13に示した。これら既往の試験成果を活用して、それぞれの品種に適した貯蔵を行ってほしい。なお、ポリ個装の手間を省いて、保湿効果と適度な換気が可能な簡易貯蔵法を選ぶ場合は温州ミカンの項を参照されたい。



図Ⅲ-6 宮内伊予柑の予措温度と果皮色a値の関係
(別府ら 1979)

表Ⅲ－10 甘夏の予措日数と減量歩合及び腐敗果発生歩合（稲葉 1969）

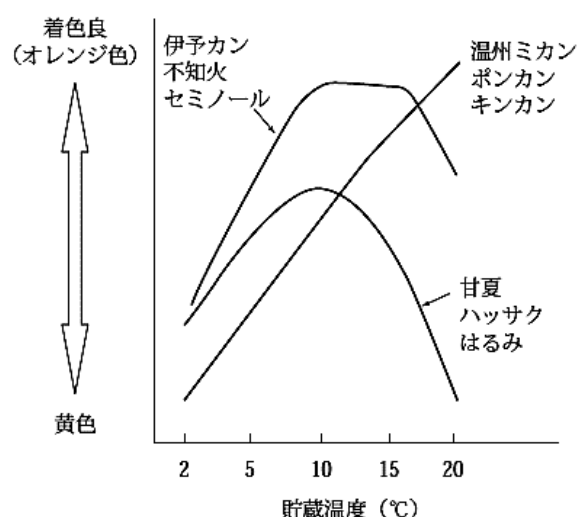
処理区	果実の減量歩合(%)			腐敗果発生歩合(%)		
	3月31日	5月6日	5月30日	3月31日	5月6日	5月30日
ポリ個装						
予措なし	1.3	3.2	3.2	10.0	16.0	18.0
予措 2日	2.0	2.9	3.6	14.9	19.1	19.1
予措20日	3.2	6.0	6.4	4.0	10.0	16.0
予措98日	13.8	19.1	22.2	4.0	24.0	34.0
無包装	17.8	22.2	27.2	20.0	46.0	

注:12月22日より試験開始、常温貯蔵

表Ⅲ－11 ハッサクの予措及びポリ個装がコハン症の発生に及ぼす影響（小川ら 1979）

処理区	3月25日					4月11日				
	＋ (個)	＋＋ (個)	＋＋＋ (個)	発生果率 (%)	発生度	＋ (個)	＋＋ (個)	＋＋＋ (個)	発生果率 (%)	発生度
対 照 区	68	21	6	47.5	16.1	75	39	29	71.5	33.7
15日 強制予措	53	13	3	34.5	10.7	72	17	17	53.0	20.8
15日 自然予措	37	13	2	26.0	8.6	69	17	17	50.0	19.0
30日 強制予措	58	14	7	39.5	13.5	74	24	29	63.5	29.1
30日 自然予措	49	10	0	29.5	7.9	63	23	8	47.0	17.2
ポ リ 個 装	14	0	0	7.0	1.4	14	0	0	7.0	1.4

注:各処理区の供試果実数は200個



図Ⅲ－7 カンキツ類の貯蔵温度と果皮色の変化

(伊庭 1985 に牧田加筆 2002)

表Ⅲ－12 カンキツ類の最適貯蔵温湿度
(牧田 2002)

種類・品種	温度(℃)	湿度(%)
温州ミカン	3～6	85
夏ミカン	5～7	90～95
ネーブル	7～8	90
伊予カン	5～8	85
ハッサク	3～6	90～95
ポンカン	5～6	85
タンカン	10	90
清見	2～3	90
不知火	7～8	90～95
はるみ	7～8	85～90

表Ⅲ－13 カンキツ類の低温障害と発生温度

(邨田 1993 抜粋に牧田加筆 2002)

種 類	発生温度(℃)	症状
ウンシュウミカン	0～2	油胞の黒変
オレンジ	2～7	ピットィング、じょうのう褐変
カボス	3～4	ピットィング、ス上がり、異味
グレープフルーツ	8～10	ピットィング、異味
スダチ	2～3	ピットィング、異味
不知火	3～5	果皮の水浸状化、異味
夏ミカン	4～6	ピットィング、じょうのう褐変
はるみ	3～5	ピットィング、異味
レモン(黄熟果)	0～4	ピットィング、じょうのう褐変
(緑熟果)	11～14.5	ビタミンC減少、異味

5. 先進的な取組事例紹介

1) 健全な土・樹づくりによる有機中晩柑作

一省力化を図り、微生物・天敵重視で病害虫を制御—

【愛媛県八幡浜市 菊池正晴氏】

①経営概況

「Ⅱ.温州ミカンの有機栽培技術」の「5. 先進的な取組事例紹介2)」の①、⑨を参照されたい。

②中晩柑の栽培概要

中晩柑の主な栽培面積は、はるか80a、不知火70a、紅マドンナ40a、甘平20a、甘夏20aであり、このうち、近年愛媛県が育成した紅マドンナと甘平は成園率が7割である以外は成園で、農薬ドリフトが懸念される園地、幼木園以外は全て有機JASの認定を受けている。中晩柑は植栽時期や年次間差はあるが、成園では慣行栽培並みの単収であり、2割程度の裾物を除く出荷量ベースでは2.5t/10a程度である。

中晩柑は黒点病が共通的に発生しやすく問題になるほか、品種によってはかいよう病にも弱いので、これを抑えられる樹勢の強い伊予柑、甘夏、ハッサク、ポンカン、不知火、はるか、温州ミカンより有機栽培がやりやすいと言える。近年、愛媛県が育成した紅マドンナ、甘平も黒点病が抑えられるので可能である。しかし、清美オレンジは有機栽培が難しく全て伐採した。清美の系統が母方に入っているせとかやマリヒメも黒点病には弱く、

有機栽培は難しい。

③植栽・整枝・剪定

新植地の幼木は、以前は3年間農薬を散布し、除草剤を使い樹を大きくしていたが、病害虫抵抗性のない樹が育ち、有機栽培園で2年経つと病気が出やすく、カイガラムシも発生し問題があった。そこで今は、1年生苗購入後、植付け1年目の春から7月まで除草剤や有機JAS許容農薬を使い、他の条件は有機栽培と同様にして育てている。こうして夏芽が出ればあとは順調に育つので、2年目に有機栽培に移行し、3年目で結実させ、JAS有機の転換期間中農産物にできるので、育成方式を変えた。

中晩柑は樹勢が強いので、強剪定をすると徒長枝が多くなり樹体のコントロールが難しい。また、中晩柑は強剪定により強いトゲが出るのも問題である。従来、中晩柑は樹勢が強く収穫量も多いので、樹冠を大きく育てていたが、内部への光線、通風が悪いため、樹冠内の枝が枯れたり、病害も多く、品質不良果も多かった。そこで、樹全体への日照・通風条件を良好にして光合成効率を高める観点から、樹の高い所はノコギリで枝が上に出ないようにバサッと切るなどして樹高を下げ（写真Ⅲ-5）、横幅の広いコンパクトな樹を育てる剪定に変えた。このため、中晩柑の植栽密度も、栽植段階では約200本/10a植えを基本とし、成木段階では約100本/10a（4m×2.5m）程度にした。剪定は通常2～4月に行っている。中晩柑の園地も全面改植時には、約4m幅のテラス方式にする



写真Ⅲ-5 樹高は思い切って下げている



写真Ⅲ-6 法面近くに植栽して右に作業通路を確保
樹高を下げ日照・通風の良い樹形に転換

改造を行い、園地環境の改善と労働生産性の向上を図っている（写真Ⅲ－6、「Ⅱ．温州ミカンの有機栽培技術」の「5．先進的な取組事例紹介2）⑨」参照のこと）。

④土づくり・施肥対策

土づくりは特に大事だと考え、園地改造時には土壌の物理性と生物性の改善を狙い、2年間で約3t/10aの完熟発酵鶏糞を投入している（あとは入れない）。但し、地力の低い園には、完熟豚糞堆肥をさらに3年腐熟させたものを3年に1回入れている。

施肥面では、抗生物質未使用の微生物が多い発酵鶏糞（N：2％）を樹1本当たり約2kg表面施用している。発酵鶏糞は、冬春季（1～3月）または秋季（9～11月）に施すほか、その施用季とは異なる時期に特注品の魚肥ボカシ（N：6％）を表面施用している。これら有機質資材は、土壌微生物の餌という考え方で施用し、光合成細菌や放線菌の増殖を狙っている。微生物の多い肥料を施用した樹では黒点病が出ないし、かいよう病は葉には出ても実にはあまり出ないことを観察している。このほか、樹勢の弱った園地では、農薬散布時に鯉の液肥を混用して葉面散布することもある。

最近の土壌分析結果では、土壌肥沃度が高いが、石灰分が多くてpHがやや高く、加里は不足気味という状況であった。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

中晩柑は摘果をしながら、養分を効かせないと商品価値のある大きな果実とならない。中晩柑では清美オレンジのように隔年結果性が高い品種もあるが、結実過多にしなければ、その程度は低い。それに加えて、最近の地上部と根部とのバランスがとれるコンパクトな剪定法に変えてから、隔年結果性が低下している。

はるかなど新しく作出された高糖度系の中晩柑は、従来から栽培されている甘夏柑、河内晩柑、文旦系の中晩柑に比べて果皮が弱く、冬の防寒、品質保持のために9月から11月にかけて袋かけを行っている。

適果作業は中晩柑では、大玉の方が商品価値が高いので早い方がよく、一般品種では7～8月に、早期摘果では裂果が起きやすい甘平では10月に行っている。但し、はるかは毎年結実し、隔年結果性が小さいので、摘果も行わない。

⑥園地・雑草管理対策

農薬撒布、摘果や袋かけ、収穫作業の邪魔にならないように、また、雑草があると高湿になり夏は仕事に支障が出るので、各作業に先だちハンマーモアでの草刈を年間3回程度行っている。黒点病は6月20頃から出るので、最初の夏草の草刈はこの頃に行う。樹の根元は肩掛式草刈機で刈る。なお、樹に巻き付く性の春草は、樹からはずして倒しマルチがわりにして夏草の生育を遅らせている。またアメリカセンダングサ等外来雑草がひどいので、手取りで除去している。

再造成園地のテラス部には最初シロクローバーを播種するので、雑草はあまり生えない。また全面がシロクローバーになると通路以外は消えて無くなり、土が良くなると消え、土は軟らかくなっている。また、再造成園地の斜面の土手には最初イタリアンライグラスを播種し土砂崩壊防止を図っている。雑草が夏枯れると雑草抑制になり、夏過ぎには大きな草は生えない。やがて一般雑草に置き換わり土砂崩壊を防止する。

なお、冬風のすごい場所には暴風ネットを張り、乾電池利用のイノシシ除けも設置している。

⑦病虫害対策

病虫害防除のコツは如何に早くて的確に樹、園

表Ⅲ－14 有機中晩柑作園(はるか)の土壌分析結果（2012年11月）

pH	塩基置換容量	腐植含量	リン酸吸収係数	全窒素	有効態リン酸	交換性カリウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
7.3	13.0	5.0	1025	0.30	119	29	576	45	130



写真Ⅲ-7 はるかの袋掛けと果実の外観 (12月中旬)



写真Ⅲ-8 紅まどんなの選果
(12月中旬)

地の状況を把握して、タイミングよく手を打つかである。有機JAS許容農薬は薬効も低く効力が短時間のため予防的散布は無意味で、蔓延してからでは手遅れになるからである。中晩柑は黒点病、かいよう病に弱い、通常6月上中旬に有機JAS許容農薬のICボルドー60倍液を散布する。また、サビダニ対策としては6～9月間に、石灰硫黄合剤100倍液またはイオウフロアブル400倍液を1～2回散布している。カイガラムシ対策としては6月上中旬にICボルドー66の60倍液とマシン油乳剤97の100倍液の混合剤を散布している。これらにより外観品質は慣行栽培並みになる。

ゴマダラカミキリ対策として、産卵期である6～7月には樹の回り30cm範囲位は除草し、裸地にして乾燥させておくと、樹の樹液が乾き食入した虫を殺す。有機JAS許容農薬のボーベリア菌を使っているが、ボーベリア菌が付いたゴマダラカミキリを捕まえて高接ぎしてある所に放すと、1週間程生きている間に他のゴマダラカミキリにも感染するので効率がよい。なお、園地にはクモ類や蜂類など天敵が多いので、害虫の発生は少ない。地域ではスプリンクラー防除で放花昆虫を殺している、ヤノネカイガラムシやアザミウマが増加しており心配している。

⑧流通・加工・販売対策

中晩柑は12月から5月終わりまで出荷している。主要な品種の出荷時期は、紅マドンナが12月、甘平が2月、不知火が2月～3月、はるかが2月～4月、甘夏が5月である。

販売価格は、再生産可能な価格であればよいので、多く方に食べて貰えるように慣行品に比べ1割高程度で出している（流通業者委託の贈答用はかなり高い）。販売先は東都生協、東海コープ等の生協、自然食品関係スーパー、通販（マルタ、オイシックス）、学校給食会が主体である。

中晩柑の裾物は、愛媛県内のジュース工場に委託してジュースに加工し販売している。また、大阪の洋菓子店とジュースや洋菓子の商品開発をしており、道の駅が出来るので対応したい。

2) 独自の技術で慣行栽培並みの単収・品質を実現

ーボカシ・天恵緑汁・海水を有効に利用ー

【熊本県水俣市 新田農園 新田九州男氏】

①経営概要

新田農園は、熊本県水俣市の標高50～100mの周りを杉山で囲まれた250a（うち成園面積170a）の果樹園で、多種類の柑橘類の有機栽培を行っている。地形は平坦地から傾斜度20度までの北向きの園が多く、日照不足に加え夏期は高温多湿という厳しい条件下にある。土壌はシラスがかった赤土で、礫は多いが耕土の多くは1m程度と深く、排水は良好である。

地元の農協の営農指導員であったが、1960年から土地を購入・開墾して農業へ新規参入し、温州ミカンを中心に規模拡大を図ってきた。しかし、地域は台風常習地帯であったため、順次極早生・早生温州を普通温州に、温州ミカンの中晩柑に転

換して、台風被害を回避し有機栽培の強みを活かした経営を行っている。

30年以上前に、大量の化学合成資材投入型の柑橘栽培に疑問を感じ有機栽培の試行錯誤を続けてきたが、20年前から韓国自然農業協会の趙漢珪氏の指導を受け、その後光合成の活性化による樹の健全化によって病害虫の克服が可能との理論を学び、独自の有機栽培技術を確立した。有機JAS認証は1998年に鹿児島有機農業協会にて取得した。

主な作物は不知火70a、河内晩柑60a、温州ミカン35a、大橘15a、グレープフルーツ10a、レモン10a、ほかにせとか等数種の中晩柑50aであり、10月から6月まで収穫できる品種を組み合わせ、収穫期を分散させている。最近ではせとかなど新品種の新植やトゲの少ない系統のレモンを拡大している。落果防止剤を撒布せざるを得ない河内晩柑を除く全柑橘を有機栽培で行っている。柑橘の成園面積170aのうち、有機JAS認証面積は不知火50a、大橘15a、レモン5aの70aである。有機栽培暦では温州ミカン、大橘、レモンは30年前から、不知火が27年前からと長い。

労働力は家族労働2名（男性）のほか、繁忙期に臨時雇用約30人日年で経営している。

柑橘類の販売は生協への直売から始まったが、らでいっしゅぼーやの産直を始めてから、有機農産物出荷先が3カ所体制になり安定した。有機JASマークは販売先によって必要ない所もあり増やしてはいない。

有機栽培への取組が評価され、1998年から水俣市環境マイスターとして活動している。

②中晩柑の栽培概要

温州ミカンから中晩柑等への改植の際は、天地返しを行い計画的に行っている。植栽密度は70～100本/10a植（基本は2.5～3mの正方形植え）である。改植の際、苗木を有機栽培で育てると樹の生長が大きく劣るので、ミカンハモグリガ防除は慣行栽培に準じて行い、樹を大きくしてから有機栽培へ移行している。有機栽培開始当初の収量は平均2t/10a程であったが、現在は慣行並み

の3～3.5tとなり、果形、味、皮の薄さも慣行栽培並みである。

③植栽、整枝・剪定

剪定は慣行栽培と同様な方法で、収穫後すぐに行い、不知火では2月中に終わる。しかし、作業の効率化を考慮して樹高は2.5mでなく2m以下にしている。高接ぎは温州を中間台にすると樹勢がすぐに衰え、甘夏を中間台にすると樹勢は良いが味が良くならない。そこで、苗木は台木にカラタチを使ったものを購入している。

④土づくり・施肥対策

土づくりは、土の生きものの住みやすい環境づくりとの視点から、特に、微生物の好む食べ物と住処を提供することを心がけている。また、草生栽培も土壌生物の住みやすい環境を整え、草の根による自然耕耘により作物の根を深層へ誘導して、土を団粒化する視点から行っている。

このような考えのもと、約20年間にわたり、成園では自家製ボカシの施用（中晩柑には年3回、200kg/回）により土壌中の微生物の密度を高めると共に、雑草草生栽培で土づくり行ってきた。また、新植地では移植後3年程はライ麦を散播し、土づくりを兼ね雑草の発生を抑制している（写真Ⅲ－9）。

自家製ボカシは、裏山の雑木林の土着微生物を使い、原料として米糠、魚粉、油粕、醤油粕、ビート粕等炭素分の多い有機物を利用し、以下の方法で施用の約1カ月前に製造している（写真Ⅲ－10）。

ボカシの施用は、主幹より60cm以上離し、樹



写真Ⅲ－9 新植地はライ麦で土づくりを行う

◆ボカシの作り方

- 1次発酵：米糠、糖蜜、ビート粕など炭素分の多い有機物を発酵。
水分が原材料の20～25%（湿度は50%）になるように、水分（糖蜜200倍、天恵緑汁300倍、海水25倍の混合液）を2回程に分けて材料に加え、3～7日間50℃以下に保つ（水分の多過ぎは腐敗しやすいので注意）。
- 2次発酵：魚粉、大豆粕、菜種粕など窒素分を多く含む有機物を追加。発酵温度は45℃を限度とし、それ以上にならないように7～10日毎に切り返し、30日程度で完成。
- 放冷・乾燥：ボカシ肥料は生きものなので、発酵途中で止めて微生物を休眠させる（発酵させ過ぎると肥効が低下する）。



写真Ⅲ－10 ボカシづくり作業（1回に2～3t製造）

勢を見ながら樹1本当たり2～3kgを樹冠内に年間3回施用する。春肥は1月下旬～2月上旬で、地温が低く養分を吸収しにくいので、根が動き出したらすぐ吸収できるように200kg/10a程度を早目に施し、土となじませておく。また、3月には貝化石（Ca）100kg/10a程度を施用している。夏肥は、枝葉の生長、開花・結実・果実肥大と、栄養を一番要する時期なので、5月中旬にボカシ200kg/10a程度を施用する。また、8月から9月上旬にかけて、花芽分化に好影響を与える苦土を70kg/10a施用している。秋肥は貯蔵養分を高め、翌年の花芽分芽に備えるため9月から10月一杯までに、ボカシ150kg/10a程度を施用している。

各種資材の施用量は、2～3年に1回行う土壌分析値を参考にしている。最近の土壌分析結果では、柑橘類の施肥基準からみて、pH、リン酸、苦土が高く、窒素はかなり低い状況であった。

そのほか、ミネラル補給による樹勢と味の向上及び病虫害の抑制を図る観点から、天恵緑汁・玄米酢・海水・漢方薬・Feからなる液体の圃場への撒布または葉面撒布を年間5、6回（400～

500ℓ/10a）行っている。自家製漢方薬は甘草、唐檜、桂皮、ニンニク、ショウガ、トーヒ等をビールで発酵させた抽出液であり、また、天恵緑汁はタケノコ、ヨモギ、チンピなどの植物と黒砂糖による発酵・抽出液（7～45日くらい浸漬）であり、植物活性剤的な利用をしている。

なお、地力が低下しているため、20年ぶりで1年以上熟成した牛糞堆肥2トン/10aを順次表面施用していくことにしている。

⑤結実・果実管理、隔年結果対策

一般慣行栽培と同様に、剪定は1月中下旬～4



写真Ⅲ－11 不知火の着果状況

月間に、摘果は7月、8月、9～10月の3回行っている。但し、隔年結果はあり、裏年の品質が悪くなるので、今後剪定法の改善を検討したい。

不知火の収穫は色づき等により1月に2回に分けて収穫する。河内晩柑は10～11月上旬に落果防止剤の散布をしないと冬期間に80～90%が落果するので、有機栽培では経済栽培が不可能である。

⑥園地・雑草管理対策

雑草草生の成木園は、年間3、4回の草刈りにより、雑草が樹と競合しないようにしている。樹冠が大きくなれば全く草刈りをしなくてよい園地もある。幼木園には10～11月にライ麦を播種し土壌改良を図り、初夏には倒して雑草抑制を図っている。草刈りは圃場は5回、土手は2回程度行っている。

肥沃な土になるにしたがい、はこべなどの柔らかい草に変わり、土がやせているところはイネ科雑草が増える。カヤは年3回株の掘り取りでなくなる。クズは根を5cmまで掘り除けばなくなる。カラスウリは丹念にイモを掘ることで対処している。

⑦病虫害対策

化学肥料（特に硝酸態窒素）は害虫を呼び込むので、ボカシ肥料を施用すると共に、海水（30倍に希釈）によるCa、Mg、Feなどのミネラル補給のための葉面撒布により健康な樹づくりを意識している。園地が杉、桧山に囲まれており、台風の後には夜蛾、カメムシが大発生することがある。これには8月下旬から約1カ月間にわたり、青色誘蛾灯（40W）を10a当たり2基ほど設置し害虫密度を減らしている。また、誘蛾灯周辺の2、3本の樹に害虫を集中させ被害を他の樹に波及させないようにしている。

有機栽培のポイントは、剪定により風通しを良くし、病害枝葉・枯枝を除去すると共に、樹や園地をよく観察して病害の早期発生段階で駆除している。問題はダニであるが、基本は6月中・下旬にイオウフロアブル400倍液を（400 $\frac{1}{100}$ g/10a）を散布している。カイガラムシは樹が密集していて、日当たり、通風しが悪く、樹勢が弱い所または窒素過剰のどちらかの所に発生するので、5月下旬と

7月下旬の2回、幼虫の発生園のみにマシン油乳剤の散布を行う。カミキリ虫は6～8月にかけて夜産卵し、7、8月に幼虫が幹に侵入するので、徹底的に巡回して補殺する。

⑧流通・加工・販売状況

有機栽培をしていたから経営が成立している。不知火のJAによる販売品の価格との差は2～5倍の開きがあり、地元市場出荷品とはもっと差が大きく、収益性は高い。中晩柑の粗収入は成園で50万円以上/10a（河内晩柑は100万円以上）であり、納入価格は300円/kg平均（出荷経費は60円程度）である。

有機農産物の需要は現在徐々に拡大中で、今後さらなる外観の向上が必要と考えているが、販売拡大のためには受入側・消費者の理解が必要である。なお、規格外品はジュース等の委託加工をしているが販路の拡大が必要である。

3）ボカシ・天恵緑汁等活用の有機中晩柑作

—3人の仲間と連携して技術力向上—

【熊本県宇城市 松本果樹園 松本英利氏】

①経営概要

松本果樹園は熊本県の不知火海を望む三角半島背陵部に位置し、デコポン発祥の地となった旧不知火町にある。経営耕地300aは全て果樹園であり、うち有機栽培面積は180a、有機JAS面積は100aである。経営は中晩柑が250aと多く、温州ミカン（30a）、スモモ（20a）、レモン（2a）が続く。労働力は家族労働が男性2名、女性1名で、雇用等はない。

有機栽培開始の動機は松本氏が水俣市出身で、水俣病の悲惨さを見聞きして、農薬漬けのミカンを作ってはいけなかったことに始まる。このため、JAに所属していた時でも減農薬栽培を心掛けていた。当初、JA頼みの経営の中にあって、家族の理解は得られなかったが、15年程前から減農薬栽培の取組を本格化していくうちに少しずつ理解が得られるようになった。有機栽培に取り組むきっかけは、肥後あゆみの会のメンバーの一人が自然農業の講習会（日韓自然農業協会



写真Ⅲ-12 有機栽培実証園となっており見学者も多い



写真Ⅲ-13 樹は小さいが大玉果が多数着果（はるか）

主催）に参加したことがあり、2005年には3人のメンバーで講習会に参加して天恵緑汁などについて学んだことからである。

有機JAS認定はNPO法人 熊本県有機農業研究会で2010年に取得した。

②中晩柑の栽培概要

中晩柑 250aの内訳は、甘夏 30a、不知火 20a、ネーブル 20a、パール柑、はるか、河内晩柑等 178aである。中晩柑の圃場は家の周囲3カ所（標高 30m）と水俣市の1カ所（標高 70m、30aの甘夏園）にある。このうち、家の周囲2カ所と水俣市1カ所が有機認証園である。

園地は日照、通風、排水とも良い緩傾斜からなり、土壌は両園地とも赤土で、作土は深く、保水性は良い。

単収は、高樹齢でゴマダラカミキリやナガタマムシの加害で樹勢が低下していることもあり、不知火が 2t/10a、ネーブルが 1.5t/10a 程で、慣行栽培に比べ7割以下の水準である。しかし、有機栽培が相対的にやりやすい甘夏とパール柑は 3t/10a、まだ幼樹のはるかは 1t/10a、レモンは 1t/10a 程度である。

③植栽、整枝・剪定

これまでは高接ぎが多かったが、枝の切断による根への影響や老齡樹（開園後 60年を経過）では寿命が短いため、現在は樹勢が長く続くように苗木から育てている。はるみとポンカン植栽後は浅いが、雑草管理をしっかりとやっている。最

初の植栽距離は 2m×2m で、10年後には1本ずつ抜いて栽植密度を下げている。枯枝は剪定期と摘果時期に重点を置き、見つけ次第剪除している。

④土づくり・施肥技術

従来グループでJAを通じ土壌診断を受けていたが、さらに詳しいデータを活かすため、2013年から民間企業に分析を依頼している。施肥はパイプハウスを利用し、3人で施肥時期を考慮して年間4、5回ボカシを製造している。1回当たりの素材量は、赤土 2t、米糠 600kg、菜種油粕 600kg、魚粉 500kg、醤油かす 100kg に土着微生物（近くの雑木林から1回 50kg 程度の表層土を採取）を入れて、混和・積載し、季節により15日～1カ月程度発酵させている。その際温度が上がり過ぎ発酵への悪影響がないように随時薄く広げるなどしている。

堆肥はここ数年施用していないが、有機物は補給すべきだと考え、2011年と2012年の2回にわたり阿蘇の原野のカヤ（11月に刈り取り2月に運んでもらう）を樹の周りに敷いている。

天恵緑汁は個人毎に年間2、3回製造している。天恵緑汁の原料は、春であればヨモギ、クレソン、タケノコ、海草などに同量（重量）の黒砂糖で漬け込み浸透液を活用する。初秋であれば季節の植物に摘果ミカンをふんだんに使って製造する。この天恵緑汁は、2012年にはポンカン、はるかに施用し、2011年には不知火、スモモに動力噴霧



写真Ⅲ-14 天恵緑汁の保存瓶（左）と共同で製造しているボカシ（右）

器を使い葉面散布または土壌に散布した。施用時期は開花始めから結実期の5月一杯にかけて2、3回と、夏から初秋にかけては果実の肥大と食味向上を狙って1、2回、500倍液を散布している。なお、天恵緑汁にグアノ（リン酸質肥料）を混用することもある。このほか、ミネラルの補給のため、海水を30倍に希釈して9～11月の間に2、3回散布している。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

摘果は夏から初秋にかけて1、2回行う。不知火は有利販売ができるLから3Lを狙っている。はるか、ポンカン通常、寒害や鳥害を避け、年内から1月初頭にかけ収穫し20kgコンテナで貯蔵しておき、1月下旬からの注文に対し2月で販売を完了している。また、不知火は3月上旬で出荷が終了するが、甘夏は注文に応じて3月から収穫するなど、品種によって収穫期、需要期はまちまちである。

⑥園地・雑草管理対策

周辺の慣行栽培では除草剤で雑草を除去しているが、有機栽培園では年3、4回刈払機で邪魔にならない程度に除草している。除草時期は、摘果前、施肥前、収穫前など園地に入る前である。

有機栽培では幼木の成長が遅いのが問題であるが、幼木のうちは除草をしっかり行い、刈った雑草を樹の周りに敷いて有機栽培と同様な方法で育てている。

⑦病虫害対策

かいよう病対策として、ネーブルには4月下旬にICボルドー 66Dの100～120倍液を300 $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ /10a散布する。

2回散布する必要がある時は5月下旬に行う。4月下旬にマシン油乳剤と混用する時もある。その時のマシン油乳剤（ハーベストオイル）は150倍としている。

サビダニ対策として8月下旬にイオウフロアブルを散布する（400倍液、300 $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ /10a）が果実の加害時期を狙うのが効果的である。イセリアカイガラムシ、マルカイガラムシ類、ヤノネカイガラムシ、コナカイガラムシ類が発生しており、果実に付くすす病が問題である。このため、5月下旬～6月中旬にハーベストオイ150倍液を1回散布しており、効果は高い。また、毎年3月中旬にハーベストオイル70倍液をピストル噴口を用いて300 $\frac{\text{g}}{\text{L}}$ /10a散布している。しかし、2012年は2月の寒波で樹勢が低下しており、冬マシンは散布できず、果実にすす病の発生が多かった。

ネーブルは老齢樹が多く、加えて台風による潮風害とゴマダラカミキリムシの加害によって樹勢が低下しており、さらにミカンナガタマムシの加害によりかなり弱っている。ヒヨドリ被害が年によっては多発するときもある。ミカンナガタマムシの被害も大きい。被害枝を早めに剪除できればいいがなかなかできない。

ゴマダラカミキリにはバイオリサカミキリを3～4樹置きに設置しており、被害は減少しているが、カラスがきてはずしてしまうことがあり問題である。特に被害が出やすいポンカン、はるか、温州ミカンで使っている。

⑧流通加工・販売状況

有機農産物を中心に関東、関西へのお荷が多い「肥後あゆみの会」（卸販売、直売、宅配等）への販売が約9割を占め、個人での宅配が1割を占める。肥後あゆみの会自体も現在徐々に拡大している。契約価格での販売で価格は安定しており、生産力は慣行栽培の7割以下であるが、販売単価は5割程度は高いので、採算は合っている。食味は良いという評価を取引先からもらっている。農薬アレルギーの子供がいる家庭では、名指しの注文がある。

引用文献

- 1) 石田善一、「伊予カン」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 基本技術編 主要中晩柑の生態と栽培技術 技265～283、1982
- 2) 大和田厚、「カンキツ地帯比較論」農業技術体系果樹編 第8巻共通技術 適地と環境43～56、1985
- 3) 重岡 開、「甘夏」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 基本技術編 主要中晩柑の生態と栽培技術 技207～225、1982
- 4) 田代暢哉「だれでもできる果樹の病虫害防除ーラクして減農薬」、農文教、2007
- 4) 富田栄一、「ハッサク」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 基本技術編 主要中晩柑の生態と栽培技術 技264の2～37、1992
- 5) 富田栄一、「ハッサクの太果・高品質栽培」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 基本技術編 主要中晩柑の生態と栽培技術 技231～263、1982
- 6) 牧田好高、「貯蔵果実と貯蔵の基礎」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 技355～360、2002
- 7) 牧田好高、「貯蔵の実際」農業技術体系果樹編 第Ⅰ-1巻カンキツ 技361～370、2002

IV. レモンの有機栽培技術

目 次

1. 有機栽培実施上の問題点	186
2. 有機栽培を成功させるポイント	186
3. 生理・生態的特性	188
1) 原生地と気候・土壌的特性	188
2) 生育、開花特性	188
3) 開花時期と果実品質	189
4. 有機栽培の基本技術と留意点	189
1) 品種の選択	189
(1) 植栽地の条件	189
(2) 主要な品種	190
2) 初期生育の確保	191
3) 土づくり	191
4) 施肥管理	191
5) 園地の選択と整備	192
6) 植栽と整枝・剪定	192
7) 結実の確保と品質向上	192
8) 園地管理	192
9) 施設栽培	193
10) 病虫害防除	193
11) 収穫・出荷・貯蔵	194
5. 先進的な取組事例紹介	195
1) 無農薬栽培で慣行並みの単収・品質を実現	195
2) 技術力を高め高収益有機レモン作を実現	198
3) 無農薬から無肥料レモン作へ移行中	201
4) 多様な販売戦略で高収益レモン作を実現	203
5) 慣行並みの収量を上げる有機レモン作	205
引用文献	207

1. 有機栽培実施上の問題点

レモンは柑橘類の中では樹勢は強い方であるが、気象災害や病害虫には弱い部類に属しており、年次による生産の不安定さがあり、病虫害による収量低下や外観品質の低下という問題を抱えている。

一方、レモンは果汁のみでなく皮も利用するため、消費者は国産であり且つ有機栽培品であるレモンの商品価値を高く評価しており、温州ミカンや中晩柑ほど外観にはこだわっていない傾向がある。このため、生産者も有機レモンの栽培管理がやや粗放になっている場合が多い。

有機栽培の現場で起きている栽培技術上の問題点を挙げれば以下の通りである。

①生育環境が悪いと栽培の継続が難しくなる

レモンはかいよう病に著しく弱く、樹が強い風雨に当たると、トゲが多いこともあって葉や枝が傷つき、そこからかいよう病菌が感染し病気が蔓延する。また、周辺の地形条件や密植または整枝・剪定の不徹底、園地の草生管理不良で園地の通風条件が悪かったり、降雨後も長時間葉の表面に水滴が残るような多湿条件下では、そうか病、黒点病が多発する。これら病気の蔓延により落葉を生じ、さらに果実に病斑が多数できて商品価値が著しく低下する。

また、冬季に強い寒波を受ける産地や平坦地で気流の流れが悪く強い霜が降る条件の園地では、レモンが霜害を受け商品価値を下げるほか、最近では異常気象による低温で樹が枯死することもある。

②病虫害の多発は樹勢・収量・品質を著しく低下させる

レモンにはカイガラムシ類の発生が多く、果実にすす病が発生し、また、夏秋梢の剪定・整枝を放置したり、樹冠内部の枯れ枝や園地内外の剪定枝の処置が悪いと黒点病が多発し、果実の商品価値を落とす。

③栽培管理不良が樹勢を低下させ病虫害を助長する

レモンは柑橘類の中でも要水量が大きく養分吸収力も大きいので、栽培管理が不十分だと樹の衰弱や隔年結果が助長される。また、有機栽培園では一般に雑草草生栽培が行われているが、管理状態が悪いとイネ科雑草やつる性雑草が繁茂し、光合成を阻害して栄養分の競合を起こし、果実肥大を妨げる。雑草の繁茂は園地の環境条件を悪化させて病虫害の伝染・発生・誘発源となるほか、管理作業を阻害する。

④品種の数・情報が乏しく品種選択が難しい

現状でのレモンの品種は、ほとんどが海外からのものか、農家による系統選抜種に限られており、生産者の品種選択に当たっての情報は限られている。有機栽培農家は豊産性で病害抵抗性が高く、トゲの少ない品種を求めており、新品種の開発が望まれている。

なお、有機栽培に限ったことではないが、海外からの品種導入の際に生じたウイルス・ウイロイド保有の問題が尾を引いており、今なおウイルス等の保有樹による問題も生じている。

⑤幼木期の病虫害、雑草害が生育を阻害する

育苗及び定植後の幼木期を有機栽培で行うと、ミカンハモグリガの食害を受け、かいよう病が誘発され、罹病した葉の光合成が阻害され、落葉が起きる。また、除草剤が使えない有機栽培園では雑草の繁茂が著しい。これらのため、樹の生育は著しく劣り、慣行栽培園に比べ着果時期が1～2年遅く、後々まで樹勢が回復せず、病虫害への抵抗力も低下することが多い。

これらの問題を回避するため、苗木の育苗、定植初期の段階では、慣行栽培で育成するという方法も広く採られているが、有機JASの認定が遅れるので収益面で大きな不利益を被る。

2. 有機栽培を成功させるポイント

近年、国産レモンに対する消費者の期待が高まっており、有機栽培レモンに取り組む生産者が増えている。しかし、外観品質は海外産及び慣行栽培レモンに比べ劣っている場合が多く、良品のレモン生産を行っていく上で越えるべきハードル

は高い。

レモン栽培は、柑橘経営農家が温州ミカン、中晩柑と共に、柑橘類の品揃えの一環として経営に組み入れており、独自の栽培技術と販売戦略により慣行栽培を越える高収益を挙げているが、改善すべき点も多い。先進的な有機栽培農家の取組から有機レモン作を成功させるポイントを挙げれば以下の通りである。

①良品・多収を可能とする適地を選択する

有機レモン作の成否は、生理・生態に合った適地への植栽にかかっている。特に、強風を受けるとトゲなどにより葉が傷付き、レモンで最も警戒すべきかいよう病を引き起こす。また、栽培管理不良園ではそうか病が発生する。かいよう病、そうか病に対しては、薬効が高く且つ長期間続く有機JAS許容農薬がなく、果実も商品価値を無くすので、これら病気を誘発する園地への植栽は避ける必要がある。

また、有機栽培で最も問題となる病虫害は、園地の条件や栽培管理からくる樹体の健全度と深い関係がある。すなわち、日照、通風、風雨、温度、降霜、降雪等の気象条件、傾斜度、斜面の向き、気流等の地形条件、土質、土性、排水性、保水性、肥沃度等の土壤条件を満たす園地を選択して、はじめて良品・安定生産につながる。

②園地・樹の管理を徹底し、適切な肥培管理で良品質果を生産する

有機栽培では、慣行栽培以上に作物の生理・生態や園地の条件に応じた対応が必要で、適切な土づくりと肥培管理による樹の健全な生育及び生育状態に即した結実管理が肝要である。このため、適切な栽植密度や整枝・剪定、雑草制御を行って栽培環境を整えると共に、常に園地を巡回して樹の生育や病虫害の状態を把握し、特に問題となる病虫害に対しては早期発見、早期対応が不可欠である。

また、レモンは柑橘類の中でも養分吸収量と要水量が多いことから、有効土層が深く地力窒素の多い肥沃な土壤が適し、年間を通じて窒素を切らさない栽培が必要である。さらに、柑橘類の中で

は樹勢が強いので、中でも徒長枝の勢いが強い夏秋梢の整枝・剪定を適切に行わないと樹勢や翌年の着果にも大きく影響し、隔年結果も大きくなるので特に留意する。

そして、整枝・剪定が不十分だと樹冠内部の環境が悪くなり、病虫害の発生や枯死枝が多くなって、これを要因とした黒点病の発生で果実は商品価値を落とす。また、これらにより樹勢が落ちるとゴマダラカミキリやミカンナガタムシが樹に食入して樹を枯らすことが多いので、幹の回りの雑草駆除を徹底するとともに、常時見回りをして捕殺をする必要がある。

③土づくり、施肥管理が樹勢を安定させ病虫害を抑止する

土づくりが病虫害軽減と果実の品質・食味の向上に役立つことは、多くの有機栽培農家が証言している。

土づくりと施肥管理を適切に行い樹体が健全になれば、病虫害が発生しても一部に留まるため、有機JAS許容農薬の散布と相まって、外観品質の劣る果実が多少多くても収益面では優れた成果を上げている有機栽培レモン農家が多い。

既存園を有機栽培に切り替えたり、遊休地への新植を行う際は、予め準備過程において有機質資材や良質な完熟堆肥の投入を行い、土壤の排水性、保水性、保肥力を高め、物理性や微生物性の改善を図っておき、1年を通じてレモンが順調に育つ土づくりを先行しておく方が、有機栽培への切り替えが円滑にいく。

④幼木期の生育を順調にする対応をとる

苗木の育苗・定植段階から有機栽培を行うと、初期生育が著しく遅れ、結実樹齢が延びるばかりでなく、その後も樹勢の回復が遅れ、病虫害にも弱い等の問題がある。このため、苗木の育成段階及び定植後2、3年間は慣行栽培と同様な方法で管理し、一定の樹体を形成させてから有機栽培に切り替えた方が、以後の生育が順調にいく。

⑤適切な品種の選択を図る

現状では農家の栽培品種は1品種か2品種である。農家が生産力、耐病性、トゲの有無などの適

性を考慮して品種選択をしたくても品種数が少なく困難な状態にある。また、早晩性や果形、品質特性なども含めた基本的な品種情報が不足している。ようやく公的機関でも品種開発の動きが出てきており、豊産性、耐病性、トゲ無しという、現在品種に最も求められている特性を兼ね備えた品種の適性試験が行われる段階にきているとの情報もあるので注目しておきたい。

⑥有機JAS許容農薬を活用する

有機栽培レモンの外観品質は、トゲによる傷や病虫害による影響で、慣行栽培レモンとは大差がある。有機レモンの人気から、これが売れ行きには影響していないが、栽培管理の徹底によって外観品質を向上させれば、贈答用や果実専門店、デパート向けの商品が増え、収益性を著しく高めることができる。

3. 生理・生態的特性

1) 原生地と気候・土壌的特性

レモンはシトロンとライムの雑種であるとされ、その原生地はインドのヒマラヤ東部山麓とされている。ヨーロッパへは、12世紀頃にアラビア人がインドからスペインに伝え、その後、十字軍の従者がイタリアへ伝えたといわれる。アメリカにはコロンブスが2度目の航海の時に伝えたとされている。現在、レモン類（レモン、ライム）の生産はインド、メキシコ、アルゼンチン、中国、ブラジルなどで急増しており、かつて主産地であったアメリカ、地中海沿岸は減少傾向であるがこれに次ぐ（FAO、2010）。我が国へは明治時代初期にアメリカから導入され、雨が少なく温暖な瀬戸内地方を中心に産地が形成された。

レモンは寒さに弱く、年平均気温が16℃以上で冬の最低気温が-3℃以下に下がらない場所を選ぶ必要がある。冷気の停滞する所や寒風の通過する所は不適である。かいよう病にも弱いため、風当たりが少なく雨量も少ないところが適している。場所によっては防風垣や防風ネットの設置が望ましい。また、樹の成長が旺盛で大木となるため、

耕土が深く有機物の豊富な肥沃で排水性の良い土壤が適している。

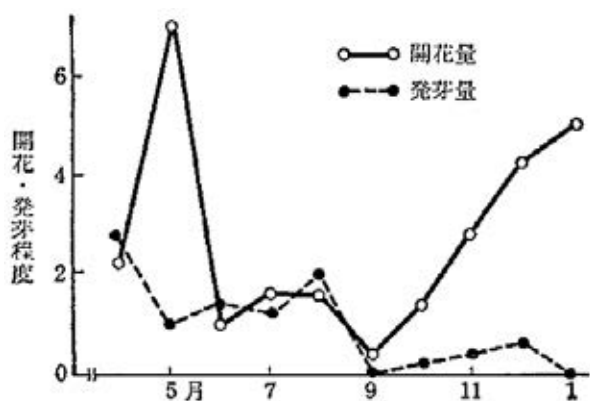
国内の主要品種は「リスボン」、「ユーレカ」、「ピラフランカ」である。「リスボン」はポルトガル原産で他品種に比べ耐寒性が強く、また樹勢が強く大木となり豊産性である。「ユーレカ」はアメリカ・カリフォルニア原産で、樹勢や耐寒性はやや弱い、樹姿は開張性でトゲが少なく、四季咲き性が強く豊産性である。「ピラフランカ」はイタリア・シチリア原産で、樹勢が強く耐寒性にすぐれ、とげは少なく豊産性である。それぞれに優良な系統が選抜され、栽培されている。昭和39年のレモン輸入自由化で国内産地は壊滅的な打撃を受け、栽培面積が激減した。しかし、その後消費者の安全志向が強まる中で国産レモンの需要は年々増大しており、果皮を利用する特性から有機レモンの引き合いは強く、有機栽培に適している。

2) 生育、開花特性

レモンの生育適温は25～30℃で、光合成速度は30℃で最大となり、40℃を超すと生育をほぼ停止する。-3℃以下になると樹上果実に凍霜害が発生し、-3℃以下が5時間以上継続すると枝の凍死が始まる。

日本の冬はレモンにとって寒すぎるが、順応性があり耐寒力は徐々に高まる。逆に、温暖な気象から急に凍結温度に低下した場合の方が被害は大きい。

レモンの発芽、開花の季節推移を図Ⅳ-1に示した。レモンは4月上旬頃から発芽が始まり、1～3月を除き、年間を通じて新梢が発生する。4月の発芽量が最も多く、6月になると夏芽が発生し始め8月にピークとなる。その後、秋～初冬まで発芽が続く。また、レモンは四季咲き性で、年間を通じて開花が認められる。露地栽培では、5月中旬頃に開花ピークとなる春花、7～8月に開花する夏花、9～10月に開花する秋花がある。それぞれの開花期間は長く、ダラダラと開花が続く。春花は1節当たり多い場合で7～8花、少ない場合でも2～3花着生する。結果母枝となるのは1年生枝



図IV-1 露地栽培レモンの月別発芽、開花量の推移 (脇, 1984)

注1: 品種はアレンユーレカ

注2: 発芽、開花量は、甚多: 7、中: 4、甚少: 2

だけではなく、2～3年生枝にも直花が着蕾する。開花期間が長いため、芽と花、花と果実間の養分競合が起こりやすく、生理落果は5月上旬頃～7月中旬頃までつづく。夏花は、同年に発生した春枝や前年に発生した夏秋梢の先端部に着蕾し、結実率が高い。秋花は同年に発生した夏枝に着蕾する。しかし、露地栽培では、秋花果のほとんどは冬の寒さで枯死する。7月に咲いた夏花果は12月下旬にぎりぎり収穫できるが、7月以降の夏花果は樹上越冬が必要になり、冬季温暖なところでなければ越冬できない。従って、販売果実のほとんどは春花果である。温暖な気象で樹上越冬できた果実は、気温が上がってくる3月頃から肥大を開始し、4～6月に収穫できる。

年中芽が出て果実は順次収穫されていくため、隔年結果の心配はなく、連年結果性が強い。栽培されているほとんどの品種は豊産性である。

3) 開花時期と果実品質

レモンは味を問題にしないので、果実横径が5.5cm以上に達した果実から順次収穫を開始する。

春花果では開花から収穫まで約6カ月で、10～12月に収穫する。冬期温暖で樹上越冬できる所では、10～6月頃まで、注文に応じて収穫し常に新鮮な果実を出荷することができる。

開花時期によって果実品質は異なる(表IV-1)。春花果は他に比べて生育期間が短く、未熟果では果皮が厚く果汁の少ない品質不良果になりやすい。大きさだけではなく、果実品質も考慮して収穫する必要がある。樹冠内部に着果しやすく、果皮が薄く果面の滑らかな高品質果実となる。夏花果は果形比が大きく横太りが良い傾向で、果皮のきめは粗い。また、夏花果は果梗部の突起が発生しやすく、果皮は薄く、種子数が多い傾向にある。秋花果は、果頂部の乳頭の突起が小さく卵型に近い形となる。

4. 有機栽培の基本技術と留意点

1) 品種の選択

(1) 植栽地の条件

レモンの適地は年平均気温が16～17.5℃程度で、中晩柑よりやや高温の地帯が適地といえる。但し、レモンの栽培を決めるのは冬の最低気温で、-3℃以下にならない所であり、樹上に残った果実の凍結や、枝葉が寒害に遭う所はリスクが多く経済的に持続は難しい。

レモンの樹勢は旺盛であるが、低温、旱魃、長雨、過湿、病害虫に弱く、薬害にも落葉しやすく、肥料過多、肥料不足、肥やけによる障害がでやすく、柑橘類の中では作りにくい品種といえる。したがって、適地でないと持続的な栽培が難しく、樹の寿命も短い(経済寿命30～35年)。しかし、完熟堆肥だけの施肥に変えると根やけや落葉も止まり、樹勢も落ち着いて、豊産になり、連年結果

表IV-1 レモンの開花時期の違いと果実品質 (脇 1984)

開花月	1果重(g)	果径(cm)		果形比 (横/縦)	果皮厚 (cm)	じょうのう 数(個)	種子数 (個)	果汁成分(g/100ml)		採取月
		横径	縦径					可溶性固形物	クエン酸	
5	186	6.63	9.54	0.694	0.64	10.0	16.7	10.78	7.48	11
7	108	5.58	7.76	0.719	0.50	8.9	24.7	11.02	7.19	3
10	101	5.49	7.86	0.698	0.60	9.5	15.3	11.35	7.62	9

注: 品種はアレンユーレカ

しやすい。

レモンの適地は、作土層が深く、排水も良く、強い風が当たらず、気流の停滞しないところであり、適地を選べば有機栽培向きの品種といえる。

(2) 主要な品種

従来からの主力品種であるピラフランカ、リスボン、ユーレカ種が日本で栽培されており、その中から選抜された優良系統も各地に点在している。豊産性でトゲがなく、ウイルスフリーで病害虫にも強い国産の新品種の出現が待たれる。

品種や系統によって樹勢やとげの発生、耐寒性、四季咲き性、果実品質などが異なるので、園地の特性や経営状況に適した品種・系統を選択する。日本で栽培されている主要品種を以下に示す。

①リスボン

一番早く日本に導入された品種で、耐寒性は他品種に比べて強い。樹勢は強く大木となる。葉は密生し、枝は直立しやすく、トゲの発生が多い。結果樹齢に達するのは遅いが結実しだすと豊産性である。四季咲き性は弱く、5月の春花果が中心で11～12月に収穫できる。樹冠内部に着果しやすく、風、日焼け、寒さの害を受けにくい。果実の大きさは中庸で、内成り果が多く、果面は滑らかで、果梗部にわずかにネックを生じる。果頂部に乳頭突起を生じ、その周囲のくぼみはユーレカよりも深く、果形は縦長が多い。果肉は淡黄色で柔軟多汁である。国内選抜系統として、兵庫県洲本市の榎本系、広島県瀬戸田町の石田系があり、結果性や品質が優れる。外国でも、トゲなしや品質向上を目的に多数の系統が選抜や珠心胚育種により生まれている。

②ユーレカ

イタリアからカリフォルニアに導入された種子から選抜された品種で、日本には大正初期に導入された。樹勢はやや弱く、枝は開張性で、とげが少ない。葉は疎性で節間が長い。結果樹齢に達するのは早く、豊産性である。耐寒性は他品種に比べてやや弱い。四季咲き性が強く、いずれの

時期の花でも結実性は高く、ハウス栽培に適した品種である。春花果は内成りが多く、果面は滑らかで品質が優れる。夏花果や秋花果は樹冠外周部に結実し、果皮のキメが粗い。収穫は10～12月と4～6月である。果実の大きさは中庸で、果形はややまるみがあり長球形～倒卵形である。果頂部の乳頭突起は小さく、周囲のくぼみも浅い。種子はやや少なく、果肉は柔軟多汁である。海外で選抜され日本に導入された系統には、アレンユーレカ、クックユーレカ、フロストユーレカがある。

③ピラフランカ

シチリア原産で日本には大正時代に導入された。樹勢はやや強く、開張性でとげの発生は中ぐらいで、耐寒性はやや強い。枝葉の密生度は中庸で、節間は長く、葉は大きくて暗緑色である。開花習性はリスボンに似て、春花果が主で10～12月に収穫される。果実の形質はユーレカに似ており、果実の大きさは中庸で、果形は長球形～楕円である。果皮はやや粗く、果梗部に低いネックを生じる。果頂部の乳頭突起はやや小さい。種子数は比較的少なく、果肉は淡黄色で柔軟多汁である。国内選抜系統として、広島県呉市豊浜町の道谷系がある。

④メイヤーレモン

中国長江中流域で発見されたレモンとミカン類の雑種と推定されている。米国国務省のメイヤー氏が北京近郊で発見し、種子を米国に導入した。樹勢は中位、開帳性、トゲは少なく、豊産性、花蕾も新梢も紫色を帯び、耐寒性・耐暑性・耐病害虫性に優れ、有機栽培向きのレモン系統である。果実の特性としては中果、長球～短卵形、果梗部が丸く、果頂部は丸みを帯び、低くて広い乳頭がある。果皮は薄く、剥きにくい。果面は黄橙色、滑らかで、果肉は淡黄橙色、柔軟多汁、酸高でレモンの香りがする。種子数は10～20で色白多胚である。

日本には20年程前に導入され、瀬戸内海地方から全国に一時期広まり、瀬戸早生レモンまたはメイヤーレモンと呼ばれている。日本では一時期急拡大したが、香りが少ない点などで卸売市場で

評価されず、農協系統からは、レモンではないということで伐採伐するよう指導した経緯があり、一部で残っていた園地のものが最近、再評価されている。

2) 初期生育の確保

レモンは、樹勢は旺盛であるが、病害虫には弱い。特に、かいよう病、そうか病に弱く、幼木時にミカンハモグリガとかいよう病が多発すると、有機栽培では打つ手がほとんどない。

中晩柑などと同様に苗圃に仮植し、慣行栽培同様の防除を集中して行い、大苗に育てて移植し、有機栽培に移行する方式が現実的である。

また、育苗圃集中管理方式をとる場合も、レモンは特に幼木時から徒長枝が出やすいので、徒長枝や晩秋枝は移植時に剪除して、落ち着いた大苗にして移植する。

そのほかは温州ミカンと同様に考えればよいので、「Ⅱ. 温州ミカン 2)」の項を参照されたい。

3) 土づくり

基本的には温州ミカンや中晩柑の場合に準ずるが、特に以下のことに留意する。

有機栽培への転換を円滑に図っていくには、土壌の生物性を重視した土づくりが重要である。このため、2、3年前から園地に完熟した良質の堆肥を投入し、土壌となじませておく必要がある。こうして堆肥の中の有用微生物群が土壌内で安定して優勢になり、有機物を分解して作物に養分を供給し続けられる状態を作ることが、土づくりの大きなねらいである。

土壌微生物が作り出した物質（菌体や分泌物）

の中には、アミノ酸、核酸が含まれており、また、ビタミンやホルモン、酵素などのほか、病原菌に対抗する抗生物質等も供給されるとされている。こういう自然循環機能を作り出すのが有機栽培の土づくりでもある。このような土壌を作るには完熟した良質の堆肥の連用が必要で、草生栽培の園地でも2～3年の時間を必要とする。こうして土づくりにより健全な樹が出来れば、病害虫の発生が減少し、安定した生産につながる。

レモンの新植や全面改植の機会は、園地の整備と合わせ、土壌分析に基づく土壌改良資材の施用等による園地環境の改善を図る好機となる。既存園からの有機栽培への転換時は、新植の場合に比べ少し長く時間がかかるが、中晩柑と同様に2～3年は土づくりを先行させ、特別栽培等で経過させてから有機栽培へ移行すれば、円滑な転換が図られ経営的にも安定する。

4) 施肥管理

レモンの生育は旺盛で豊産性のため、温州ミカンに比べて多くの肥料養分を必要とする。施肥量に関する明確な試験データはないが、目標収量4t/10aの慣行栽培での施肥例を表Ⅳ－2、表Ⅳ－3に示した。1年を通じて肥料切れを起こさない管理が望ましく、魚や植物体を原料とする有機肥料が適している。慣行栽培では年間窒素施用量は40～50kg/10aという事例が多い。

しかし、窒素過多になると、かいよう病やそうか病などの病気及びカイガラムシ類などの害虫が発生しやすい。有機栽培農家の中には、有機肥料の発酵堆肥を施用してマイルドな肥効を維持し、成功している事例もある。

表Ⅳ－2 慣行栽培レモン年間施肥量の事例(1)

施用時期	肥料	成分量 (kg/10a)		
		N	P	K
1月	苦土石灰			
3月	春肥(有機質)	10	8	8
6月	夏肥(有機質)	12	8	8
9月	初秋肥(化成)	10	7	8
11月	晩秋肥(化成)	8	6	7
合 計		40	29	31

資料：愛媛県岩城島の事例

表Ⅳ－3 慣行栽培レモン年間施肥量の事例(2)

施用時期	肥料	施用量 (kg)	成分量 (kg/10a)		
			N	P	K
3月下旬	農協配合レモン用	110	8.8	3.3	8.8
5月下旬	農協配合レモン用	110	8.8	3.3	8.8
7月上旬	農協配合レモン用	110	8.8	3.3	8.8
9月上旬	農協配合レモン用	110	8.8	3.3	8.8
10月下旬	農協配合レモン用	110	8.8	3.3	8.8
合 計		550	44.0	16.5	44.0

資料：広島県JA広島ゆたかの事例

5) 園地の選択と整備

レモンは寒さとかいよう病が栽培上の最大の問題であるが、これらは栽培園地と密接に関わっており、風当たりの少ない、日当たりのよい傾斜地で、耕土が深く排水性の良い圃場を選択するのが先決である。また、有機質資材の投入により腐植含量の多い肥沃な土壌にしてから植栽する必要がある。

谷間などで湿気が多いとそうか病が多発する。また、レモンは樹冠内部に多く着果するが、懐部には枯れ枝が多く、湿気が高いと黒点病が多発する。このため、樹間を広くとり、風通しの良い園地環境を整備する必要がある。

6) 植栽と整枝・剪定

レモンは生育旺盛なため、植栽間隔は大きくとり、ゆったりした独立樹に仕立てた方が管理しやすい。樹間距離は慣行栽培では樹勢の強いリスボンでは5~6m、樹勢がやや弱いユーレカでは4~5mが一般的である。しかし、有機栽培農家では良好な園地環境の維持及び作業性の向上の観点から、これよりやや広めにしていることが多い。幼木期には、2.5~3m間隔の計画密植栽培が望まれる。

植付けは、盛り土をしたところに接木部が地上に出るように浅植えとする。深植えをすると自根が出やすく、自根樹は栄養生長が旺盛で結実性が悪く、耐寒性も劣るので留意する。

植付け後は十分な灌水と樹冠の拡大に努める。また、夏枝の伸長を促し、主枝、亜主枝候補を決めて枝先端の摘蕾・摘果を徹底する。3年目頃から下部枝に結実させるが、主枝、亜主枝の先端は摘果する。主幹から発生する強い夏芽は樹形を乱す原因となるため、早めに芽欠きをする。

レモンは前年の春枝や夏秋梢、結果枝、2~3年生枝にも着花する。また、年中芽が出て、特に夏には大量の新梢が発生するため、隔年結果の心配はない。温州ミカンのような翌年の結果母枝を確保するための切返し剪定や弱小枝の間引き剪

定は不要である。

レモンの春花果は樹冠内部に結実しやすく、果実品質も優れている。このような内成り果を増やすために、短い夏枝は放置して樹冠を覆うようにする。9月以降に発生する秋芽は、冬の寒さで枯死して使えないため早めに剪除する。主枝や亜主枝が衰弱した場合には、近隣の強い夏枝に更新していくが、それ以外の樹冠から飛び出た強すぎる夏枝は基から除去する。これ以外は、結果過多で衰弱した下垂枝の剪除や枯れ枝を除去する程度の軽い剪定でよい。

7) 結実の確保と品質向上

春に開花した果実は樹冠内部に多数着果し、この内成り果は果皮が薄く果面が滑らかで品質が優れる。外周に着果する夏花果や秋花果は、果皮が粗く、病気や傷で外観の汚いものが多い。従って、できるだけ春花果を中心に、樹冠内部の結実が多くなるように管理する。樹冠内部は枯枝が発生しやすく、黒点病の被害がしやすい。枯枝剪除による耕種的防除の励行が重要である。

8) 園地管理

レモンは耕土が深く肥沃な土壌が適しているので、雑草草生やイネ科牧草の草生栽培により、土壌の深耕と有機物の補給を図ることが行われている。一般に、雑草草生では年間3~4回の草刈りを行う例が多く、幼木段階では回数を増やして対応している。

草生栽培園での除草対策としては、以下のようない点に留意するとよい。

- i. つる性雑草は生育が旺盛で直接樹冠部にまで入り込んでくると、その日陰によって樹の光合成を阻害するほか、養水分の競合、病虫害の伝播もするので、外観品質の低下、収量の低下に繋がる。そこで、徹底的に除去する必要があり、根本から絶つには強害雑草の根部の除去を行うことが重要である。
- ii. ゴマダラカミキリの産卵防止を図り、産卵した場合でも幼虫の発見が容易になるように、樹の

株元は常に除草を行い、また産卵を抑制するために株元周辺の通風、乾燥が保たれるように管理する必要がある。

- iii. 土づくりや強害雑草の除去を進めると、レモンの樹に害を及ぼすような勢いのある雑草が少なくなり、柔らかであり伸びない草種が増え、雑草の刈取回数を少なくすることが可能になる。この場合、草刈りの時期は雑草が種（花）を付ける前に行えば雑草抑制効果が高い。
- iv. 刈取りした草は樹冠下に刈り敷くことにより、有機物の土壌還元、土壌保全、土壌動物保護、養水分保全、地温上昇抑制による作業環境の改善などに寄与する。
- v. 雑草草生の管理の仕方によっては害虫の発生抑制や枝葉への伝播抑制、天敵の保護などを通じて樹への被害を抑制することができる。

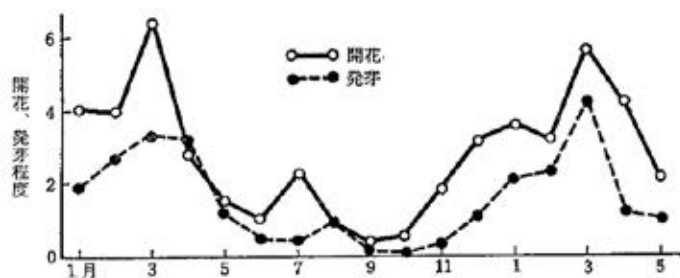
また、レモンは要求水量が多いので、1年を通じ灌水が可能な条件を整えておくことが望ましい。レモンは灌水量が多くても果実品質への悪影響はほとんどない。特に、夏の高温乾燥期には敷草や敷ワラをして土面蒸発を防ぐと共に、7～10日間隔で20～30mmの灌水を行うと、果実肥大が促進され、年内収穫率が高まる。保水力のある土壌や土づくりが進んだ先進農家では、灌水をしなくても生産を行っている例はあるが、剪定枝や雑草をたこつぼを掘って土壌に還元し保水力を高めることが望ましい。

一方、レモンは排水性の良い土壌が適して、地下水位の高い低平地では生育が悪く、湿度の高い園地ではそうか病や黒点病が出やすいので、間伐や作業道の確保で通風の良い園地に改造する必要がある。

なお、レモンはかいよう病に特に弱いので、防風対策が重要である。また、旧葉が花芽の分化、開花結実に重要な役割を果たしており、寒風で旧葉を落葉させないように留意する必要がある。

9) 施設栽培

レモンは耐寒性が弱く、風雨で発生するかいよ



図IV-2 加温ハウス栽培レモンの月別発芽、開花量の推移 (脇 1984)

注1：品種はアレンユーレカ

注2：発芽、開花量は、甚多：7、中：4、甚少：2

う病に弱い。四季咲き性であるが冬季の寒さで夏花果や秋花果の収穫は難しい。これらの問題を解決するには加温ハウス栽培が効果的である。寒さや風、降雨を防ぐだけではなく、四季咲き性を生かした秋花果の収穫で、需要の多い夏期に新鮮な国産レモンを供給でき、収益性は高い。ビニール被覆は11月から一重被覆で行い、冬季の最低気温が0℃以下に下がらないように加温する。少加温であるため重油代金は少なくてすむ。昼間の最高気温を11月は25℃、12～3月は32～33℃で管理し、気温が上がる4月下旬からサイドビニールを除去して屋根かけ栽培とする。梅雨が終われば被覆したビニールも除去して露地栽培に戻す。生産者の中には、春花果の収穫を早目に打ち切り、残りは全て摘果して、夏枝を撚枝して多数結実させた秋花果を中心に出荷し、高収益を上げている例もある。加温ハウス栽培での発芽、開花の季節推移を図IV-2に示した。

10) 病虫害抑制

レモンの病虫害抑制の基本は、温州ミカンと中晩柑の場合に準じるが（両作物の「病虫害防除」の項参照）、特に、レモン特有の留意点は以下の通りである。

- ①レモンではかいよう病の被害が甚大なので、まずは防風対策を徹底する。風当たりが強い場所での栽培は不可能である。発芽前から生育初期の対策を徹底するのは中晩柑の場合と同様である。梅雨期から9月末までの間も十分な注意が必要である。銅剤の耐雨性は散布後の



写真IV-1 かいよう病の病徴

累積降雨量が300mmまでなので、これを目安に散布する。

- ②苗木を育成する場合も防風対策を徹底する。果実の結実前も銅剤の散布は必要である。苗の時期に徹底したかいよう病対策を講じることで、着果後の対策がうまくいくようになる。
- ③強風や台風による暴風雨が予想されている時には、台風襲来後の散布では銅剤の効果はないので、必ずその前に散布しておく必要がある。

11) 収穫・出荷・貯蔵

収穫は果実横径5.5cm以上を目安に、大きくなった果実から順に収穫していく。新鮮さがなくなると商品価値が下がるため、出荷は収穫後できるだけ早く行のが望ましい。収穫・出荷に際しては、傷がつかないようにできるだけ丁寧に扱い、腐敗や呼吸消耗による果実損傷を防ぐ。

貯蔵する場合にも乾燥に注意し、90%程度の高湿を維持する。貯蔵温度は5℃以下になると低温障害で細胞が壊死するため、長期貯蔵では7～10℃程度で貯蔵する。ポリ個装すれば、常温でも4～5ヵ月間保蔵できる。貯蔵中の減量は、大きい果実の方が小さい果実よりも少ない。また、緑色の未熟果で減量率が大きく黄色の熟果では小さい。開花時期別では夏花果や秋花果で貯蔵中の減量率が大きく、春花果の12月完熟果実が最も減量率が小さい。従って、長期貯蔵には春花果の冬季収穫果実で黄色の大果を用いるのが適している。貯蔵中の果実品質変化では、果汁中の可溶性固形物は減少するが、クエン酸の減少は極少ない。小果では濃度が高まる場合もある。果皮は次第に薄くなり、果肉歩合が高まる（表IV-4）。

表Ⅳ－４ レモン果実の大きさ、着色程度と長期貯蔵後の果実品質変化（脇1984）

試験区	貯蔵前(1月29日)						貯蔵後(9月1日)				
	1果重 (g)	果肉率 (重量%)	果皮厚 (mm)	果皮の 含水率(%)	可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸 (g/100ml)	1果重 (g)	果肉率 (重量%)	果皮厚 (mm)	可溶性固形物 (g/100ml)	クエン酸 (g/100ml)
緑果 大	122.1	65.2	0.46	79.0	11.54	6.40	111.0	75.7	0.25	9.65	6.36
	中	99.1	67.6	0.40	77.2	12.57	87.5	75.0	0.23	10.06	7.19
	小	77.4	68.0	0.35	75.3	—	71.5	75.5	0.19	10.88	7.25
黄果 大	123.2	66.4	0.45	79.9	11.60	6.79	120.0	75.0	0.32	8.76	6.04
	中	95.6	65.4	0.43	80.0	11.36	87.5	75.7	0.31	9.31	6.34
	小	79.4	67.1	0.34	79.3	10.36	70.5	74.5	0.26	9.80	6.66

注1：1月26日に収穫し、ポリ個装して冷蔵貯蔵

注2：果実の大きさ110g以上が大、110～90gが中、90g以下が小

5. 先進的な取組事例紹介

1) 無農薬栽培で慣行並みの単収・品質を実現

ー土づくりと土着微生物等地域資源を活用ー

【愛媛県松山市 泉 精一氏】

①経営概要

泉氏は愛媛県松山市の沖合い、瀬戸内海伊予灘に浮かぶ“島ミカン産地”で有名な中島で、30数年前から果樹、野菜の有機栽培と、養鶏（約400羽）との複合経営を行っている。中島の緩傾斜面を利用した耕地は100aで、レモン25a、温州ミカン5aのほか、畑（20a）ではしょうが、ゴマを栽培している。

労働力は家族労働が男性1名、女性0.5名で、雇用1名、臨時雇用100人日/年のほか、有機栽培技術を学ぶ短期研修生も年間10名ほど受け入れている。

有機農業は1975年に病気で入院した際、有吉佐和子の「複合汚染」を読み影響を受けた。当時は畑にミミズがいなくなり、土壌は強酸性化し、腐植含量は少なくなってミカンの味も悪くなっていた。そこで同年から周辺農家の豚糞を集め発酵堆肥を作り3年間施用したが技術的知見も乏しく肥効も不十分で、また農薬散布を急に止めたことで病虫害が多発し、売り物が出来ない経験をした。その後、日本有機農業研究会に入会し、全国の仲間と交流を持ち、1991年には愛媛有機農業研究会のグループで韓国の趙漢珪氏の指導を受け、土着微生物を活用した農業に辿りついた。

レモンはかいよう病の関係で、風当たりの弱い所での栽培が不可欠のため、標高30m以上の園ではかいよう病の出ない温州ミカンを、中腹（標高30m）以下の場所でレモンを栽培している。

有機JAS認定はNPO法人愛媛県有機農業研究会で2001年に取得した。

有機農産物の販路は愛媛有機農産協向けと自家での宅配が半々ずつである。約30年前からは地域の有機栽培者10数名で「有機の里」グループをつくり（写真Ⅳ－2）技術研鑽、ボカシづくり、有機農産物の共同出荷を行っている。

②レモンの栽培概要

土着微生物活用の発酵鶏糞の効果が高かったため、1991年の台風で温州ミカンの8割が枯死したのを機に、国産レモンのさきがけとして有機レモン栽培に着手し20年以上になる。

レモン圃場は10カ所に分散し、品種はアレンユーレカ（ユーレカの枝変わり）とリスボンである。アレンユーレカはトゲが少なく早生系で果径が丸っこく、直径5.5cmで出荷する。樹勢はやや弱く、耐寒性はリスボンにやや劣るが早出しができる。



写真Ⅳ－2 研修交流施設兼集出荷場等共同施設

異常気象が多い最近では1月下旬以降に強い寒波が来るが、レモンは -3°C が3時間続くと果実がだめになるので、早く収穫できる点で有利である。リスボン果は果径が長くトゲがあるが、アレンユーレカに比べて寒さに強く豊産性である。

接木苗は自家で育成し（多い年で1,000本）、2～3年間集中的に管理し、定植後早ければ翌年、遅くとも翌々年には収穫できる。

レモンの単収は2.5～3.0t/10aで周辺の慣行栽培と同程度で品質も慣行栽培並みである。

③植栽、整枝・剪定

最初はゴマダラカミキリムシの加害による枯死を恐れ、慣行栽培の植栽密度の倍近くにしていたが、10年程前から被害が出なくなったので、4.5～5m×4.5～5mの樹冠距離にしている。剪定は春芽発芽前の2月下旬から3月中旬に行い、剪定部位は主に下と横に向いている枝を対象とし、風通しを良くしている。剪除しても全体の3割までの軽い剪定に留めている。

剪定は通常傷口が小さくなるように直角方向で切るが、枝の剪定はすべてチェーンソーで幹と平行に切除している。この方法は傷口は大きくなるが、傷口が早期に塞がる（写真Ⅳ－3）。切るべき所がはっきりしているので、作業は10a当たり2時間程度で終わる。

結実とは慣行栽培とは異なり、徒長枝を利用した立ち枝に結実させ、結実期には枝が下に垂れ下がって来るので樹高は2.5m以下に保たれている（結実で横に寝たり、垂れ下がる枝は翌春に剪除する）。慣行栽培では立ち枝は剪除しているが、

樹のストレスが多く、根張りは悪くなるとみている。

④土づくり・施肥対策

レモンの圃場は母材は花崗岩で岩盤が50cmほど下からでるような浅耕土である。そこで10年程前までは灌水を行っていたが、土づくりで団粒構造が発達して保水力、保肥力も高まり、ここ10年来灌水は行っていない。有機栽培が安定するまでに普通は10年～15年は必要である。しかし、これでは長すぎるので、この期間を短縮するため土着微生物資材と雑草草生を組み合わせ、早ければ4～5年で土づくりができ、病虫害を減らせるようになった。土づくりは除草剤を使った圃場では10年以上かかるが、遊休地など雑草の力で生態系が回復していれば短期間でできる。

熟成した鶏糞を3～4月に施用している。鶏舎では日頃は糞取りをせず廃鶏にするまでの3年間はそのまましておき、糞を自然発酵させ熟成させている。ニワトリを廃鶏として出したらその半分の糞を採って使う。鶏糞の生産量は年間約1トンで、10a当たり300kgほどを樹1本につき4カ所ぐらいに分けて表面施用をしている。遊休地などからの造成園で有機栽培を行う場合には、年間2、3回に分けてこの2.5～3倍量を施用し土づくりを行う。

そのほか、土着微生物を利用した発酵資材や、地域の有用雑草や柑橘類の幼果などを黒砂糖で発酵させた酵素液（天恵緑汁）も利用している。前者は土壌施用、後者は葉面散布で行う。新規開造成地や生育初期には天恵緑汁も活用するが、樹が健全になった今ではほとんど散布しない。しかし、新規就農者が遊休地を有機園地に転換す



写真Ⅳ－3 幹に平行して剪定し癒合を早くする



写真Ⅳ－4 収穫期半ばのレモン樹

自家製の諸資材の作り方等

◆土着微生物資材の製造・利用

- ①土着微生物の採取・増殖：米が5合程入る木箱の容器の中に、硬めに煮たご飯を入れ上を和紙で覆ったものを、土着微生物の多い農薬未使用の竹林や山林の土中に4、5日間置き、取り出してきたものに、同量の黒砂糖を混ぜ壺に入れ、3カ月以上培養する。
- ②土着微生物元種製造：①の原液に同量の山土を入れて1カ月間培養し土着微生物の元種とする。この元種を混ぜて堆肥を製造する。
- ③土壌施用剤の製造：②の元種に300倍の水と米糠を加えて増量し、1カ月間培養したものを土壌施用する。

◆アミノ酸肥料の製造

魚のアラに同量の黒砂糖を入れ、2、3カ月間発酵させたもので、窒素分が多い肥料となる。レモンの苗木を健全に育てるため1000倍に希釈して葉面散布を行う。

◆発酵海水（ミネラル水）の製造

生の海水に300倍の米のとぎ汁を混合し3日間発酵させ、ミネラル補給や収穫の半月前に散布して食味を向上させる。発酵海水に300倍の天然にがりを混ぜて散布すると、かいよう病が抑制される。

◆天恵緑汁の製造・利用

地域の植物の生長点部分等を時期に応じて原料とする。冬は海草、春はよもぎ、スギナ、タケノコ、夏は柑橘類の幼果などを用いることが多い。これに1/2～1/3の黒砂糖を加え5、6日で酵素液が出来る。これを400～800倍に希釈して葉面散布を行い活性剤的に使う。

ることがあり、そういう時は栄養補給などのため年間5、6回天恵緑汁の葉面散布をする（発芽前、開花盛期、6月、8月、9月、収穫前の10月）。

レモンは多肥が良くないので、鶏糞以外は一切施用しない。樹勢が落ちた時には自家製のアミノ酸液肥を散布する。また、葉色の悪い時には自家製の発酵海水（ミネラル水）を、樹勢が落ちた時はアミノ酸液を混入して葉面散布している。

最近の土壌分析結果は表Ⅳ－5の通りであり、特に問題はなかった。

⑤結実・果実管理、隔年結果対策

隔年結果は問題になるほどではなく、安定した収量を毎年確保できている。

⑥圃場・雑草管理対策

土づくりにより土壌の団粒化が進んでおり、セイ

タカアワダチソウなどの害の多い勢いのよい雑草が少なくなり、はこべなど柔らかい草に変わってきている。草刈りは年に3回行っている。1回目は5～6月に冬草を刈る。2回目は8月、3回目は収穫前の10月である。草刈機の刃はハイブリッド草刈刃（ナイロンコードと鋼鉄刃のハイブリッド）を使っている。石が多い所はナイロンコードで対応している。つる性の雑草が問題で、樹に巻きつく前に早めに処理すれば問題はない。

⑦病虫害対策

レモンは1992年に定植した時から無農薬栽培である。それ以前の温州ミカンも農薬は使用していない。有機栽培へ切替後は黒点病など病虫害の被害が激しく、外観も悪く販売も出来ず収量も低かった。レモンのかいよう病は極く少ないが、台

表Ⅳ－5 レモン園地の土壌分析結果（2012年12月）

pH	塩基置換容量	腐植含量	リン酸吸収係数	全窒素	有効態リン酸	交換性カリウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		%	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
6.4	7.1	3.1	554	0.21	75	29	177	36	122

風が来る年が多いこともある。かいよう病には自家製の発酵海水ににがり（天然にがりでないとは有機JAS規格に合わない）を300～500倍に希釈して散布する。台風襲来直後に散布しても10日以内なら効果がある。そうか病は発生しない。葉はワックス層で病害虫から守られているが、添着剤はこのワックス層を破壊し洗い流すので問題である。

ゴマダラカミキリムシは最初は多かったが今は見なくなった。夏秋梢にミカンハモグリガの被害が発生するが、その対応策はなく発生するまに任せられている。しかし、かいよう病の発生はほとんどない。そのほかの害虫の被害は極めて少なく、ミカンハダニ、ミカンサビダニはまったく発生しない。ミカントゲコナジラミも天敵の寄生があるので問題にならない。

⑧流通・販売状況

経営に占める有機農産物の割合は100%である。半分は愛媛有機農産生協に出荷しており、残り半分は個人で販売（宅配）している。青果での販売以外にジュースやレモン果汁などの加工品（現在は委託）を作っている。価格設定は、当初はロスが出る分を見込んで慣行品にくらべ2割高との設定で始まったが、現時点では5割くらい高いのではとみている。

全ての農作物で有機JAS認証は受けているが、JASマークを付けて販売している割合は2011年で1割、2012年は2割程度である。顔が見える仲なので必要ない場合が多い。

2) 技術力を高め高収益有機レモン作を実現

－柑橘の多品目化による観光果樹園展開－

【広島県大崎上島町

中原観光農園 中原伸悟氏】

①経営概要

広島県の瀬戸内海に浮かぶ温暖寡雨な上島の立地条件を活かし、観光農園を主体とした柑橘専業経営を行っている。15年前に障害者も利用できるユニバーサルデザインのみかん狩り農園20aを造成したことがきっかけで、2002年に垂水港近く

の海拔ゼロメートル地帯の3haの水田跡地等を取得・借地し、8年前に山土を1～2m客土して園地を造成して以来、従来の傾斜地温州ミカン主体の経営から、中晩柑やレモンも大幅に拡大して有機柑橘経営を本格化させた。

柑橘園は400a、うち借地が150aを占める。有機栽培は耕地の9割強の365aに及び、うち264aが有機JAS認定を受け、その他で特別栽培（条件の悪い一部温州ミカン（46a）とオリーブ（35a））を行っている。

ミカン狩り等島外からの観光客に長期間楽しんでもらうことや、長年培ってきた顧客の需要を考慮して、栽培品目は多く、温州ミカン174a、不知火48a、レモン42a、ネーブル18a、甘夏14aのほか、はるみ、はれひめ、紅八朔、はるか、大橘、ブラッドオレンジなど多彩である。温州ミカンの有機栽培暦は18年と長い、その他柑橘類は7年である。有機JAS認定は2006年に兵庫県有機農業研究会で取得した。

労働力は家族労働が3名（男性2、女性1）のほか、常勤雇用1名、収穫時の非常勤雇用2名と繁忙期の臨時雇用約100人日によっている。

柑橘類の9割は有機農産物として販売しているが、バイヤーを通じたデパ地下販売が約5割、直接小売店向けが1/4、観光ミカン園での消費者直売が1/4である。

観光農園への来場者は通常1000名程で、10月初めから12月末が主体で、県外からが半数を占める。

②レモンの栽培概要

レモン園地は赤土の多い山土客土による造成地で、平坦であるが排水はよい。8年前の園地造成以来毎年有機物（バーク堆肥、牛糞堆肥等）を2t/10a程度投入し、徐々に土づくりの効果が出て来ている。

品種の8割はビラフランカであるが、メイヤーレモンは樹勢が弱く豊産性でかいよう病に強いので、2009年に9a新植し、2012年から収穫を始めた（写真IV-5）。

単収は平均3t（年次により2～4t/10a）で、適



写真Ⅳ-5 メイヤーレモンの可憐な花（11月）



写真Ⅳ-6 樹勢のよいレモン樹
（樹高2.5m程度で収穫を容易化）

期施肥管理ができていれば慣行栽培並みである。

③植栽、整枝・剪定

植栽距離は6m×2.5mで、10a当たり65本植えであるが、通風、樹勢維持、病虫害発生抑制、作業性向上を狙い、8年生頃に間伐して35本/10a（慣行園では70本が基本）にする予定である（写真Ⅳ-6）。

レモンは春・夏・秋と3回芽を吹くが、春芽だけはトゲが少なく短いため、ここに着果させる。一番留意しているのは11月以降に行う夏秋鞘の処理と枯枝処理の徹底であり、通風、日照を良くし、樹高を低くしている。また、4月に樹形、樹高、日当たりを考え本剪定を行う。なお、剪定後は動力除草機により親指大の剪定枝もチップ状にカットして園内に投与している。

④土づくり・施肥対策

レモンは要水量の多い作物であり、保水性、排水性の高い耕土を好むので、団粒化促進による保肥力向上対策も含め、2、3年かけて圃場で腐熟させたバーク堆肥やシイタケ菌床ブロックを約2年置きに2月頃表層施用している。

有機栽培では常に肥効が発現する施肥法では病虫害の発生を助長するので、開花時期を見据

えて肥効が発現するように、春肥（3月）に重点をおいて牛糞堆肥（N、P、Kの成分は3-2-4%）を、9月にナタネ油粕を補完的に施用し、病虫害の抑制を図りつつ収量も上げている。牛糞堆肥の施用量は樹の回りに1本当たり1袋（18kg）ずつ表面施用し、ナタネ油粕も樹の回りに7袋/10a程度を散布している。

土壌分析結果では、腐植が多く肥沃な土壤であるが、pHは高く、リン酸、加里、石灰、苦土が多かった（表Ⅳ-6）。

⑤結実・果実管理、隔年結果対策

レモンはトゲが出ない春芽に成らせると、風による被害も出ず、果皮のなめらかな良品質のレモンが採れる。レモンは隔年結果性が比較的に少ないので、結実は成らし放題にし結果量の調節はしていない。

ミカンハモグリガに加害された跡に、かいよう病菌が付き病気が発生するので、春芽にかいよう病が付いた時は、その都度罹病した茎葉を剪除する。また、樹冠拡大を図る場合を除き夏・秋梢は全て11月頃から剪除する。枯木・枯枝には黒点病菌が付着し越冬して病気が発生しやすいので剪定により除去している。

表Ⅳ-6 レモン園地の土壌分析結果（2012年11月）

pH	塩基 置換容量	腐植含量	リン酸 吸収係数	全窒素	有効態 リン酸	交換性 カリウム	交換性 石灰	交換性 苦土	塩基 飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		%	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
7.0	24	9.0	387	0.46	387	123	547	154	125

⑥圃場管理・雑草対策

乗用草刈機で適期除草ができるように樹冠距離を広く取っている。樹冠下の春草は、地上10センチ以上の高さで3回（1回30分/10a程度）ほど刈り取っている。樹冠下の草は枝葉にかからないような高さまで伸ばしておき、啓蟄の頃出てくる各種害虫の餌として残しておく。これで害虫は樹に這い上がってこないし、これら害虫はある程度大きくなれば摂食をやめ、また春草も6月頃には自然に枯れてくるので問題はない。但し、つる系雑草は放置しておく、樹に害虫が上って来て葉を猛烈に食害するので除去している。

株間・通路の雑草は春から秋までは毎月のように地上刈りをして（年間10回程度）、圃場・作業環境保持に努めている。また、場所によっては、センチピード（イネ科牧草）やクロバーを播種して雑草抑制と景観保持を図っている。これら草生の場合、他の雑草が種（花）を付ける前の草刈りにより雑草を防除でき、播種した草生種からの種を雨の降った時に撒くことで、草生の維持ができる。

⑦病虫害対策

有機栽培では常に病虫害の発生状況や果樹の樹勢の確認等圃場の状況把握を重視している。

レモンで一番の問題はサビダニで、乾燥が続くと初夏から発生しはじめる。放置しておく、秋に大発生して全滅することもあるので、早く感知し石灰硫黄剤を7月上旬を中心に散布している。石灰硫黄合剤は一般化学合成農薬に比べ害虫の薬剤抵抗性がつきにくく、非常に効果の高い薬剤であるが、夏の高温期（28℃以上）になると葉害が出やすいので、高温時には2012年に有機JAS許容農薬となったコロマイト水和剤を8月下旬に散布している。以前は高温時、葉害の出難い粘着くん水和剤（でんぷん水和剤）を散布していたが卵には効果が低いので、コロマイト水和剤に変更した。但し、コロマイト水和剤は卵や幼虫にも効くが高価である。急傾斜地には黒点病が出るが、サビダニは気流が下に流れ湿気がこもらないので谷筋圃場では出にくい。

かいよう病対策のICボルドーの散布は、通常3

表Ⅳ-7 レモンの年間作業体系

時期	作業内容 肥料等	農薬等	備考	収穫可能時期
1月 上旬 中旬 下旬	施肥 苦土石灰 pHが酸性の場合 200kg/10a pH目標6.5			○ ○ ○
2月 上旬 中旬 下旬	施肥 牛糞堆肥 1本1袋(18kg) 合計40袋			○ ○ ○
3月 上旬 中旬 下旬	防除 剪定 剪定	ICボルドー (40倍)	かいよう病 樹形整理 枯れ枝剪除 樹形整理 枯れ枝剪除	○ ○ ○
4月 上旬 中旬 下旬				○ ○ ○
5月 上旬 中旬 下旬	防除	ICボルドー (80倍)	かいよう病	
6月 上旬 中旬 下旬				
7月 上旬 中旬 下旬	防除 施肥 菜種油粕 7袋	石灰硫黄合剤 (150倍)	ミカンサビダニ	
8月 上旬 中旬 下旬	補完的防除	コロマイト水和剤 (2000倍)	ミカンサビダニ	
9月 上旬 中旬 下旬				○ ○ ○
10月 上旬 中旬 下旬				○ ○ ○
11月 上旬 中旬 下旬	夏秋梢処理 夏秋梢処理		夏芽・秋芽はトゲが多いのとエカキムシ被害があるので全て剪除する	○ ○ ○
12月 上旬 中旬 下旬				○ ○ ○

除草作業は乗用草刈機で年10回程度実施



写真Ⅳ－７ ゴマダラカミキリの防護策を考案
(ミカン袋を利用)

月と5月であるが、台風が来た時は葉の傷から菌が入りかきよう病が発生するので散布を1回増やす。

ゴマダラカミキリムシは見回りによる捕殺中心であるが、2012年から1kg入りミカンネットを株元に巻き付けて産卵を物理的に阻止し効果を上げている(写真Ⅳ－7)。

⑧流通・販売状況

有機レモンは適切な栽培管理を行えば、収穫量も慣行栽培並みであり、慣行栽培の果実に比べ有利な点が多く、手取価格は慣行栽培の約2倍と見込まれる。レモンは皮も食する関係で有機栽培品に対する需要が強く、慣行栽培品では販売できない3級品にも需要があり商品化率が高い。また、慣行栽培品よりも早くから収穫でき(化学合成農薬散布後は散布農薬の種類によっては1カ月間置く必要がある)、着色時期も半月ほど早い12月上旬からという利点もある。

収穫は慣行栽培の収穫期に先立って、果茎



写真Ⅳ－８ 新鮮なレモン
(直径5.5cmのものから順次収穫)

5.5cm以上(後半に入ると5.1cm以上とする)のものから9月中旬に採取を始め、収穫のピークは10～11月である。北風の当たる園地は年内に収穫して、一部は貯蔵して販売し、南向きの暖かい園地では2、3月に収穫し、5月頃まで順次出荷する。レモン不足は4月頃からなので、長く樹上において樹への負担が増し隔年結果を助長しても、新鮮な果実を供給でき収益が高い方を優先している。

レモンの販売先は、バイヤーを通じたデパ地下販売が60%、直接小売店向けが35%、観光ミカン園での消費者直売が5%である。

3) 無農薬から無肥料レモン作へ移行中

ーウメ・柑橘複合型有機農業経営を展開ー

【和歌山県みなべ町

三尾農園 三尾保利氏】

①経営概要

和歌山県中部の東に太平洋を望む日本一のウメ産地で知られるみなべ町で、日照と通風に恵まれた傾斜地を中心に複合果樹経営を展開している。経営面積328aのうち323aが果樹園で、全て有機栽培である。うち、ウメが213aと多くを占めるが、温暖な気候を活かしポンカン50a、レモン30a、温州ミカン20a、ネーブル10aの有機農業を定着させている。

労働力は家族労働力2名を軸に、忙繁期に約200人日の臨時雇用を行い、安心・安全・美味しさ、機能性向上をモットーに、28年前から有機農業を行っている。

有機栽培の契機は、30年前に医学書を読み、人の健康も植物の健康も基本は同じではないかと、ウメや温州ミカンの極く一部で無農薬栽培を試行し、2、3年後に一斉に切り替えたことに始まる。有機栽培へ転換初期は順調だったものの、3年目にはカイガラムシをはじめ病害虫の大発生で被害を受けた。しかし、我慢しつつその後も後無農薬栽培を続けたところ、5、6年目には被害が軽減していった。

有機JAS認証は、制度ができた2000年に和歌山有機認証協会で取得した。有機栽培では比較

的根がよく張り肥料吸収力が高まっていると考え、また、施肥量は少ない方が病虫害の発生が少ないという観察から、2011年からは園地外から有機質肥料を一切持ち込まない自然農法に切り替えている。

労力や安定性から経営の柱はウメが主体で、レモン、ポンカンがそれぞれ10～15%の収益を占める。

②レモンの栽培概要

レモン園はウメ園からの転換地で2カ所にあり、品種は主にユウレカレモンである。A園（10a）は老木が多く標高30～40m、周りは山林で孤立した園地である。東向き、谷間で日当たりと風通しは悪いが風当りは少ない。土壌は砂礫質で浅く急傾斜で礫もあり、排水性は良い。B園（20a）は幼木園でネーブルオレンジからの転換園である（写真Ⅳ－9）。標高は70～80m、周りは慣行栽培のウメ園で東向き、日照は普通、風通しは良いが、風当りは少ない。土壌は深く傾斜地で、樹は柔らかで風折れが多い。

2010年の単収は両園ともゴマダラカミキリによる枯死株が多く、老木園のA園が2t強、幼木園のB園が1t弱であった。

③植栽・整枝・剪定

植栽密度は4.5m間隔（60本/10a）が基本で、A園はウメの跡地に2間半間隔で苗木を植えた。



写真Ⅳ－9 レモン園（B園）の様子



写真Ⅳ－10 温暖なため5月まで収穫できる
（提供：三尾保利氏）

衰弱したり枯死したらそのつど側植えした苗木（2年生苗木を購入）に更新しており、樹齢はばらばらである。

剪定は労働面で追いつかず、収穫時に極端な下垂枝や込み合った枝等を剪除している程度である。

④土づくり・施肥対策

土づくりはこのところ特にしていない。6年前から有機質肥料の施肥量を徐々に減らし、2011年からは中止している。これは、施肥量少ない方が害虫の発生が少ないことを実感したことによる。土壌診断は当初は毎年実施していたが、ここ数年は実施していない。最近の土壌分析結果では、塩基置換容量、窒素が高く地力は高いが、過去の施肥状況を反映してカルシウム、石灰、加里、苦土が多かった。

⑤結実・果実管理・隔年結果対策

特別なことはせず、摘果も一切していない。隔年結果はあるがひどくはない。

⑥圃場・雑草管理対策

雑草草生園であり、5月と9月の2回雑草を刈り取っている。また、ウメ収穫のあと7月頃にレモンの株周りだけを刈り取り、つる性雑草対策と兼ねて

表Ⅳ－8 レモン園地の土壌分析結果（2012年11月）

pH	塩基置換容量	腐植含量	リン酸吸収係数	全窒素	有効態リン酸	交換性カリウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		%	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
7.0	29.3	3.1	1287	0.49	555	133	679	94	108



写真Ⅳ－11 ゴマダラカミキリによる枯死樹

ゴマダラカミキリの産卵防止に努めている。

⑦病虫害防除

ゴマダラカミキリが一番問題で、老木園、幼木園とも、ここ2～3年ゴマダラカミキリの被害で枯死樹が多い（苗木を側植えて更新中）。A園ではそうか病の発生もある。これは、谷間で風通しが悪く園地の下の方は湿気が高く乾きにくいためとみている。

ススのでるイセリアカイガラムシも発生するが、大発生はしない。

⑧流通・販売状況

注文に合わせて収穫、出荷している。すべて直接注文方式であり、個人宅配や、東京・大阪の自然食品店、ネット販売である。当初から口コミで顧客が増えてきた。外観でA級品とB級品に分けており、価格の設定は自家で行い、慣行栽培品よりかなり高い。まだ国産レモンが少数だったころから取り組み、固定顧客があるため収益性は良い。

4) 多様な販売戦略で高収益レモン作を実現

－有機栽培等による果樹・野菜複合経営を展開－

【和歌山県紀の川市

シャローム木村農園 木村恵宣氏】

①経営概要

紀の川市は紀ノ川の中下流部にあり、和歌山市に25km、大阪から70km圏の大市場に近く、県内有数の果樹、野菜産地である。木村農園は恵

まれた立地条件を生かし果樹・野菜作の複合経営を行っている。

経営面積340aのうち果樹園が220aと多くを占め、ナシ70a、カキ50a、レモン30a、ウメ19aのほか、80aの畑地と40aの水田では、タマネギやダイコンを主体にした集約的な営農を展開している。

有機JAS認定の栽培面積は61aで、レモン園の30a（うち成園10a：有機栽培暦7年）、ウメ園の19a（うち成園9a：同11年）とタマネギの11a（有機栽培暦1年）からなっている。

労働力は男性2名の家族労働と、常勤雇用の男性1名に、収穫期を中心にして延べ400人日/年の臨時雇用を行っている。

有機栽培の開始は安心安全意識のほか、高付加価値化による有利販売を行う考えからで、ウメは2002年から、レモンは2005年から自然農法国際研究開発センターで有機JAS認定を受けた。また、タマネギでも一部で有機JAS認定を受けている。

有機農産物の販売額は、まだ経営全体の1割程度であるが、有機農産物販売卸や有機農産物や特別栽培農産物の生産流通組織である紀州大地の会を通じて出荷するもののほか、自分でスーパー、直売所、自然食品店に出荷・販売するもの、及びインターネット販売や宅配便での販売など多様である。

②レモンの栽培概要

レモン園の前身は35年前の転換水田でのハッサクに始まる。当時水田の耕盤を壊して高畝にし、縦列毎に明渠を掘って広幅の高畦部にハッサクを植栽した。2003年にはそのハッサクに、レモン（リスボン）を高接ぎし、2005年に有機栽培に切り替えた。地形的には東側に開けた緩傾斜の水田や転換畑が広がる一角にある。標高は150m程度で風通しは良いが、冬は北側からの吹き下ろしが強く寒害を受けることもある。

土壌は泉砂岩が母岩で粘質土壌であり、有効土層は50cm、作土は30cm程度で、地下水位はやや高いが肥沃であり、ハッサクは4t/10aの収穫量が採れるほどであった。用水路が残っているので、極端な干ばつ時にはポンプアップによる湛水



写真Ⅳ－12 慣行栽培に引けをとらない着果状況

灌漑を行っている。

レモンへの転換初期にはかいよう病がひどく、収穫量は多くても棄てるものが多かった。現在も家から約10km離れた孤立園地であることや、他の集約的作物の作業に追われ栽培管理が不十分なため、ゴマダラカミキリによる枯死・衰弱株も目立つ。このため点在型の改植を進め、収穫対象となる成木面積は約10aで、2011年の有機JAS格付け実績は2t弱であった。

③植栽、整枝・剪定

老木化や結果過多により樹勢が低下した樹及びゴマダラカミキリによる枯死・衰弱株を更新するため、毎年更新用に樹勢の強い苗木を選び購入している（2012年は20本）。品種はリスボンに替えてトゲが少ないユーレカの苗を購入している。

整枝・剪定は特にしないが、枯れ枝が多いと黒点病が多発するので、収穫時に枯れ枝の除去に努めている。なお、中間台的な役割を發揮しているハッサクの一部を引き枝として残し、樹勢維持を図っている。

④土づくり・施肥対策

土づくりを兼ね2010年までは、ぼかしを9月に200kg/10a程施用していたが、2011年には9月に170kg/10a、10月末に100kg/10a程を施用した。

2012年にはHDM堆肥（食品残渣などを有用微生物を利用して好氣的に発酵させた有機JAS許容肥料で、窒素成分は約5%）を4月に130kg/10aを、7月に130kg/10a、11月に130kg/10a施用している。

雑草草生による年2回の刈草は、全て園地内に敷き草として還元している。

最近の土壌分析の結果では、リン酸は多く、苦土はやや少ないが、あまり問題は見られない（表Ⅳ－9）。

⑤結実・果実管理、隔年結果対策

園地が肥沃のため、ゴマダラカミキリの被害を受けていない樹では、毎年開花結実が旺盛であるが、摘果は一切していない。摘果をすれば確実に外観品質の良いA級品が増えることや、葉数の割には結実数が多すぎることは自覚しているが、時間的余裕がなく果たせていない。着果過多の樹は樹勢が弱り、樹勢が弱った樹にはゴマダラカミキリが卵を産み、樹を枯死させるという悪循環が続いている。果実は11月下旬から1月にかけて収穫し、4月一杯まで7℃で冷蔵している。

⑥圃場・雑草管理対策

雑草草生で栽培をしており、土壌条件がよいため雑草は秋冬期も青いまの状態でいる。草は樹の細根を保護し、紫外線から守るので必要と考えている。草生管理によりイネ科の草が多くなり、また肥沃地に生えるはこべ類も増えている。

草刈りは年2回行う。1回目は6月のボルドー剤散布に備え乗用草刈り機で行い、主にセイダチアワダチソウなど草丈の高い雑草を駆除し、2回目は8月から9月にかけて行う。ゴマダラカミキリ対策のため、株元をきれいに見えるように留意している。刈り取った雑草は園地に還元し土づくりを行っている。最近、外来のツル草が多くなり、樹の上まで覆い光合成や薬剤散布にも支障があるので、これ

表Ⅳ－9 レモン園地の土壌分析結果（2012年11月）

pH	塩基置換容量	腐植含量	リン酸吸収係数	全窒素	有効態リン酸	交換性カリウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H ₂ O	meq/100g	%		%	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	%
5.94	14.4	3.20	840	0.22	130	20.5	200	22.0	60.2



写真IV-13 イネ科中心のおとなしい草が繁茂

らは人力で駆除している。

⑦病虫害対策

ゴマダラカミキリが最大の問題で、着果過多で樹勢が弱ってくると樹に入りやすい。常時見回り捕殺するしかないが、手が回らないので枯死株、衰弱株が多い。

1月にハダニ類防除のため機械油乳剤95の45倍液を、6月にかいよう病防除のためZボルドーを散布している。以前はかいよう病にはZボルドー剤と硫黄合剤を散布していたが、発病が気にならない程に減ってきたので硫黄合剤は散布していない。かいよう病は風で果実に傷が付くと拡大するので、防風林を設け、暴風ネットを樹に掛けている。なお、窒素過多になるとかいよう病は出やすく、収穫後の腐敗も出やすい。また、枝が混んできるとカイガラムシが多くなる。

⑧流通・加工・販売状況

有機レモンは栽培管理が行き届かないため品質は低下するが、皮毎食するものなので需要は強い。安いものに需要が多く、B級品（自己基準）



写真IV-14 ゴマダラカミキリによる被害樹



写真IV-15 2kg入のレモン

でも確実に売れる。年により異なるが、A級品は全体の4割、B級品が5割、C級品が1割程度である。

出荷形態は、2011年の場合、直売所（1個売り）で3割、有機専門店（和歌山市内や関東）への箱売り（10kg入り）が4割、インターネットや宅配便による顧客直売が2割である。他の農産物も含めインターネット広告により個人売りの販売先が拡大している。

贈答用の末端価格はA級品で660円/kg（1箱当たり12,000円程度、B級品で360円/kg（1箱当たり7,000円程度）であるが、専門店での販売価格はA級品が主体で末端価格で1000円/kg程度であり、慣行栽培品に比べ5割程度は高い水準にある。

5）慣行並みの収量を上げる有機レモン作

ー土づくりと細心の管理で不利な環境を克服ー

【熊本県水俣市 新田農園 新田九州男氏】

①経営概要

別途Ⅲの5の中晩柑の先進事例として新田氏の経営概要を紹介しているので参照されたい。

②レモンの栽培概要

レモンは10aを有機栽培で行っており、うち5aは鹿児島有機農業協会でも有機JASの認証を得ている。レモンの植栽は3m×3m程度で行っており、10年程経った成木期には1本は間伐して、株間は6m×3mとすることを基本としている。

品種はユレカとリスボンが半々である。品種選

択はトゲの長短ではなく豊産性か否かを重視している。樹勢が強いとトゲが5cmにもなるが、通常は2、3cmである。リスボンにはトゲ無しの系統があり最近植栽している。

有機栽培開始当初の収量は平均2t/10a程度であったが、現状では3.5～4tで慣行栽培と変わらない。若干、隔年結果が残り、裏年の品質が悪くなるのが課題である。栽培管理を徹底すると外観は良くなる。

③植栽、整枝・剪定

樹高は管理を容易にするため、3m以下に抑えている。剪定で風通しを良くし、病虫害に罹った枝葉や枯枝の除去を行う。剪定は冬の低温が心配のため、3月下旬から4月上旬頃に行う。有機栽培では慣行栽培に比べ比較的徒長枝が伸びず落ち着いた樹型になる。隔年結果は中晩柑ほどではないが、夏秋の徒長枝に結実したものは小さいので、徒長枝の剪除を徹底している。トゲが大きいものは切除する。剪定で風通しを良くし、病虫害に罹った枝葉や枯枝の除去を行う。

④土づくり・施肥対策

レモンの根は浅いので、ボカシ等の施用と雑草草生栽培で土づくり行ってきた。ボカシの春肥は1月下旬～2月下旬、夏肥は5月中旬、秋肥は9月で、夏肥中心の施肥を行っている。

レモンは樹勢が強く根域が広いので、中晩柑より有機質肥料の施用量は少なくてもよい。他に3月に貝化石100kg/10aと9月に苦土石灰70kg/10aを施している。土壌分析は2～3年に1回程度実施し、

施肥設計に役立てている。以前ほどではないが、樹勢が弱い時は天恵緑汁を散布することもある。

⑤結実・果実管理、隔年結果対策

摘果はほとんど行わず、ひどい病害果などのみ行う。可能な場合には豊作樹に限って傷果・奇形果の他に小玉果を落とし、10～12月末までに収穫できる果実を多くしている。レモンは四季成り性があるが、出来るだけ5月花を結果させ集中結果させた方が病害が少ないので品質も良く、隔年結果も少なくなる。

レモンの収穫は10月から3月にかけて1本1本の樹を10回前後回って、1個100～150gの果実から順に収穫している。厳寒期を前に12月末頃には1周りしてできるだけ多く収穫し、春先まで販売できるように貯蔵する。以前はオガクズに入れて置いたが、現在はポリ袋に入れて貯蔵している。

⑥圃場・雑草管理対策

雑草は成園では平均3回刈り取るが、雑草管理の仕方によって樹と競合しない柔らかい草種に変わる。幼木園では5回、土手は2回程度刈り取る。カヤは年3回の株掘取りで無くなる。クズは5cm位まで掘って除けばなくなる。カラスウリは丹念にイモを掘り上げるようにしている。

⑦病虫害対策

剪定で風通しを良くし、病虫害に罹った枝葉や枯枝の除去を行う。

レモンは全ての病気に最も弱い柑橘である。また、自然災害にも弱く適地の選定が肝要である。かいよう病、そうか病にはICボルドー液を5月に



写真IV-16 天恵緑汁の製造作業



写真IV-17 天恵緑汁がカメで貯蔵されている様子

150ℓを1回散布する（24年は無撒布）。

徒長枝の剪除は病虫害を少なくし、トゲを減らす効果があるので、夏秋梢、特に10月中旬以降の晩秋芽は冬季に剪除すると、日当たり、通風が良くなり病害を低減させる効果がある。なお、慣行栽培に比べ有機栽培は樹が暴れにくく、病虫害の発生は少なくなる。

害虫も病気と同様に剪定で通風を良くし、樹勢を高め窒素施用を抑制して、病虫害の枝葉・枯枝の除去を徹底している。レモンはダニ類に弱いですが、マシン油の他に化学合成ダニ剤を使わなければ発生はほとんど無くなる。カイガラムシ類は幼虫の発生を確かめ、なるべく早いうちにマシン油で防除する。窒素過多の状態をなくせば害虫はこなくなる。レモンはゴマダラカミキリムシに弱いので、丹念に見まわって補殺する。24年には初めてコロマイトを使ったが、梅雨の時期だったせいか、うまく効かなかった。

⑧流通・販売状況

販売の主力は、らでいっしゅぼーや、大地を守る会、鹿児島有機の3組織であり、多くはJASマークを必要としない関係が出来ている。相場は350～300/kg円程度である。

引用文献

- 1) 赤坂信二、「注目品種の栽培技術と留意点 第40回 広島県におけるレモン『リスボン』『ビラフランカ』栽培の実際」果実日本 Vol (12) 8-12、2011
- 2) 国実久二、「広島県呉市豊浜町・倉本静行 <レモン> 芽かきによる低樹高栽培」農業技術体系 第7巻特産果樹 常緑果樹ーレモン 広島・倉本 1-3、2006
- 3) 脇 義富、「栽培の基礎 レモン」農業技術体系 果樹編 第7巻特産果樹 常緑果樹ーレモン 栽培の基礎 1-16、1984