

第3部 果樹の有機栽培技術

I 有機果樹作の基本と共通技術

目次

1. 果樹の有機栽培実施上の課題と対応策 ……36	4) 有機質肥料の肥効発現と使用法 ……48
1) 果樹の栽培特性と有機栽培上の課題 ……36	5) 地力の早期向上対策 ……51
(1) 果樹は永年性作物、適地適作・適品種が不可欠 ……36	6) 果樹の養分特性と土壤化学性の管理 ……53
(2) 温帯湿潤気候に適した果樹の種類は少ない ……36	(1) 果樹の養分特性と養分管理 ……53
(3) 果樹は水稻・野菜に比べ栽培歴が浅く、有機栽培に関する研究蓄積は皆無に等しい ……36	(2) 果樹園の土壤・施肥管理 ……55
(4) 化学肥料・化学合成農薬の使用を前提に構築されてきた果樹の標準栽培体系 ……37	(3) 土壤診断と栄養診断 ……58
(5) 栄養生長と生殖生長の調和を図るための技術開発の方向性と考え方の違い ……37	3. 病虫害防除対策 ……60
(6) 用途によって品質評価が異なり、外観品質が重視される傾向が強い果実 ……37	1) 病虫害防除の基本的考え方 ……60
(7) 鳥獣害を受けることが多い ……37	(1) 病虫害の発生要因と制御の考え方 ……60
2) 果樹の有機栽培を成功させるポイント ……38	(2) 慣行栽培と有機栽培での病虫害発生状況の違い ……61
(1) 基本は健全な樹を育てるための土づくり、雑草を活用した土づくり ……38	(3) 健全な樹体の維持による病虫害発生の抑制 ……62
(2) 有機栽培に適した品種、有機栽培が可能な品種の選定と組合せ ……38	(4) 耕種的・物理的手段による病虫害発生の抑制 ……63
(3) 生理・生態、園地の条件を知り「樹と会話できるようになる」 ……38	(5) 生態的環境の醸成による病虫害発生の抑制 ……65
(4) 有機栽培が可能な園地の選択 ……39	2) 有機JAS規格での農産物表示と留意点 ……67
(5) 有機栽培に適した開園準備と初期生育の確保 ……39	(1) 有機JAS規格での有機農産物の取扱 ……67
(6) 病虫害には有機JAS許容農薬も利用して防除効果を高める ……39	(2) 果実の有機JAS表示上の判断基準 ……67
(7) 品質基準と販売方法の転換、生食と加工の組合せで販売先を確保 ……39	3) 有機JASで果樹に使用が許容されている農薬 ……69
2. 土づくり・施肥管理対策 ……40	(1) 有機JAS許容農薬を使用する際の前提 ……69
1) 土づくりの基本的考え方 ……40	(2) 有機JAS規格「別表2」で果樹に使用が許容される農薬 ……69
2) 土壤の物理性の改善 ……41	4) 農薬散布技術の基本的留意点 ……77
(1) 園地の土壤条件と果樹の適応性 ……41	5) 有機JAS許容農薬の効果的な使用法と留意点 ……78
(2) 土壤物理性の良い圃場の選定と改良 ……42	(1) マシン油乳剤 ……78
3) 土づくり資材と使用上の留意点 ……47	(2) ボルドー液・銅水和剤 ……80
	6) 梅雨期の効果的な防除対策 ……81
	7) 農薬散布と果実の糖度との関係 ……83
	引用文献 ……84

1. 果樹の有機栽培実施上の課題と対応策

果樹の有機栽培は難しく、解決すべき問題が山積しているが、それを解決するためには、果樹が有する特性をよく理解し、それに適応した対応策を講じていく必要がある。

1) 果樹の栽培特性と有機栽培上の課題

(1) 果樹は永年性作物、適地適作・適品種が不可欠

永年性作物である果樹は、一度植えられると、そこで長い年月にわたり、同じ樹が育つことになる。そのため、もしその場所がその果樹に適していない場合には、その悪条件が年々累積して影響することになり、栽培上きわめて不利となる。また、苗を植えてから果実を収穫するまでに相当の年月を必要とする。そのため、果実がなり始めてから、不適地であると気づいたのでは、経営上取り返しがつかない。そのため、野菜や水稲などの1、2年生作物以上に、適地適作・適品種が重要となる。

有機栽培では、慣行栽培のように病気や害虫が多発した際に、強力かつ薬効が持続する化学合成農薬を使用することができないため、樹勢の低下だけに留まらず、樹を枯らしてしまうことや収穫皆無になることがある。そのために、果樹の有機栽培においては、慣行栽培以上に栽培地の自然環境条件等が、その果樹の栽培に適しているかどうか、その品種の栽培しやすさ(耐病・耐害虫性、耐ストレス性などを有しているか)を厳密に検討することが重要となる。

(2) 温帯湿潤気候に適した果樹の種類は少ない

世界における主な温帯果樹類(ブドウ、柑橘類、リンゴ、ナシ、モモ)の主産国(アメリカ、イタリア、ソ連、フランス及びスペイン)の風土と我が国の風土を比較した小林(1985)は、その結果を「乾燥気候である地中海沿岸諸国や北アメリカの西部沿岸地域では、『果実が自然になる果樹園芸』であるのに対し、湿潤気候である我が国では『果実

を人力でならせる果樹園芸』である。」と記し、「我が国における果実の生産は特殊な風土の下での果樹園芸であり、我が国の風土の特徴をよく理解した上で適地適作することが必要」としている。一方で、我が国で古くから栽培されている柑橘類や、近年、世界中で栽培されるようになったキウイフルーツは、温帯湿潤気候原生で、我が国においても「果実が自然になる」可能性が高い果樹もある。

さらに、我が国は風土的には、温帯湿潤気候に属しているが、南北にきわめて細長いことから、緯度によって気温が大きく異なる。また同時に、国土の大半が山地であり、その斜面を利用して果樹園を設置することから、標高差による気温の変化も大きい。そのため、果樹の有機栽培を行う場合は、園地の自然条件や環境条件、地形等を良く理解し、そこに適した樹種を選択することが重要になる。

(3) 果樹は水稲・野菜に比べ栽培歴が浅く、有機栽培に関する研究蓄積は皆無に等しい

現在、日本で栽培されている果樹は、古くから栽培されてきた柑橘、カキやウメなど一部を除き、明治以降の欧米化の波の中で急速に導入された種類や品種が多い。既にそれから100年以上の年月が経過していることから、今日主産地として栄えている地域は、この間の自然淘汰の結果、あるいはそれらの貴重な栽培実績を基礎にして形成されてきたものと言えよう。しかし、これらの果実の海外における主要生産地は乾燥気候地帯にあり、日本より降水量がはるかに少ない地域にその原生地を有するものが多い。さらに、近年進行している温暖化は、気温が果実の品質や収量に深刻な影響(例えば、着色不良や冬季の低温不足による花芽分化不良等)を及ぼしており、栽培適地がこれまでより北に移動していると考えられる樹種も出てきている。このように、主要果樹の多くは日本における栽培歴が浅い上に、乾燥地原生のものが多いため、栽培技術体系が十分に確立しているとは言い難く、特に果樹の有機栽培に関する公

的試験研究機関における研究蓄積は柑橘など一部を除き皆無に等しい。

(4) 化学肥料・化学合成農薬の使用を前提に構築されてきた果樹の標準栽培体系

戦後、果樹園芸が農業の分野で独立部門として地位を獲得し、果樹産業と呼ばれるようになったのは1965年以降のことである。今日標準的に用いられている果樹の栽培技術の確立は、この時期以降、まさに化学肥料・化学合成農薬の開発と共に進められてきた。戦後の果樹作ブームの波に乗って、所構わず山地を拓き、増殖を図ってきた温州ミカンに代表されるように、この過程においては、「果実が自然になる」地を厳選して栽培する(=適地適作)ではなく、生産効率性や経済的優位性を最優先して「人力で強引にならせる」栽培技術、すなわち化学肥料・化学合成農薬の使用を前提とした栽培技術体系の開発が主に行われてきたといえる。近年、減農薬や化学肥料の投入量低減など、環境負荷低減技術が現場でも実用化されるようになってきたが、今もって、このような経過の中で、選抜・構築されてきた作目や品種、あるいは技術体系を、有機栽培にそのまま適応することは難しい状況にある。

(5) 栄養生長と生殖生長の調和を図るための技術開発の方向性と考え方の違い

果実生産においては、樹体の生長及び維持のための栄養生長と、花芽分化に始まる生殖生長との調和を図ることが重要である。従来から、整枝・剪定、摘(花)果、芽かき、肥培管理(施肥の時期、内容、量)などを様々な栽培・結実管理を組み合わせることによって果実の安定生産が図られてきたが、有機栽培でもそれが基本となる。しかし、近年、公的試験研究機関では、これらのバランスを植物生長調整剤によって図ろうという技術の実用化が急速に進んでいる。すなわち、摘花・摘果、新梢伸長制御、果実の肥大促進、着色促進などのために、植物生長調整剤の利用を前提とした栽培技術体系の確立が進められてい

るのである。この技術は、農作物の生育そのものを植物生長調整剤という農薬によって人工的に制御して、収量や品質を高め、作業時間を短縮しようとするものであり、有機果樹作において適用できるものではない。品種改良においても植物生長調整剤の使用を前提とした育種も行われていることから、品種選択の際に注意が必要となる。

一方、有機果樹栽培技術の普及のために必要なこれらに関わる技術に関する研究開発や実証展示調査圃の設置は、柑橘類など一部の果樹で始まったばかりであり、大きく立ち遅れている。

(6) 用途により品質評価が異なり、外観品質が重視される傾向が強い果実

野菜と米と果実の大きな違いは、果実は日常生活における主食ではなく嗜好品・贅沢品的な傾向が強いことから、品質評価が、その用途(例えば、贈答用か家庭用か)や食生活習慣などの相違(例えば、野菜的に食べるのか、嗜好品・贅沢品として食べるのか、生食用か加工用か等)によって大きく異なることである。特に我が国においては、諸外国以上に、果実の外観、大きさ、食味などの果実品質が価格に大きく影響している。中でも、果実の外観と大きさが一定以上でないと販売は困難であり、場合によっては食味より外観品質が優先されることもある。

果樹の有機栽培では、化学合成農薬の使用ができないため、病害虫によって果実の外観に問題が生じた場合には、商品価値を著しく低下させることがある。しかし、その一方で、消費者が果実に求めるニーズは、食味、外観、旬、銘柄、加工品、栄養、健康など多様であり、品質評価の基準は販売先によって異なることから、誰を相手に、どのように販売するかといった点を生産者自身が考え、販売先を開拓することができれば、有利に販売を行うことも可能となる。

(7) 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、果樹園は山間傾斜地に立地している場合が多く、イノシシやヒ

ヨドリなど、鳥獣害を受けることが多くなっている。イノシシの場合は、有機栽培の圃場には多く生息しているミズズミを狙って、圃場や刈り草などの堆積地を掘り起こして、問題になることもある。

2) 果樹の有機栽培を成功させるポイント

(1) 基本は健全な樹を育てるための土づくり、雑草を活用した土づくり

有機栽培では土づくりが全ての基本となる。果樹栽培では、不耕起・草生栽培、それも雑草を活用した雑草草生栽培を行うことで、有機物の土中への補給、土壌の団粒構造の発達による土壌の膨軟化、通気性や保水性の向上、あるいは干ばつ防止、天敵や土壌動物の保護など、多くの効用が得られる。一方、健全な植物の特徴は、根張りのよい育ち方と言われており、団粒構造の発達した土壌では、果樹の根張りもよくなる。有機栽培では、土づくりによって土壌の物理性、化学性と共に生物性を向上させることにも重点が置かれている。また、施肥についても外部投入に依存し続けるのではなく、土づくりによって、作物の生育に必要な養分や水分を各生育時期の必要量に応じて供給できる健全な土壌になる。健全な土壌では、健全な作物が育まれるという考え方が基本となる。

先進的な有機栽培実践者に共通しているのは、低栄養、低投入、内部循環を活かした土づくりであり、一度に大量の堆肥を畑に入れて短期間で土を整えようとするのではなく、堆肥以外の有機物（作物残渣、雑草等）を与えながらじっくり土を育て、土壌中の小動物や微生物などの生きものの活性を高めている点である。堆肥といえども、動物質のものを大量に施用すれば窒素過多となり、そのような園地では、生長が徒長気味となり、病害虫の発生も多くなる。堆肥などを投入する場合には、堆肥の種類、施用量、施用法、施用時期などに留意が必要である。

永年性作物である果樹では、定植後に土壌改良を行うことが難しいため、土壌の排水性、保水性、保肥力などの物理性が劣っている場合は、あらか

じめ整備しておく必要がある。

雑草草生の実践に当たっては、適切な管理が行われないと病害虫や害獣の発生、作業環境の悪化等の欠点が大きくなるため、通常は年間4～5回の草刈りを行う必要がある。有機栽培では、雑草を敵視するのではなく、如何に土づくり等に生かしていくのかという視点が重要になる。

(2) 有機栽培に適した品種、有機栽培が可能な品種の選定と組合せ

有機栽培で土づくりとともに非常に重要になるのが品種の選定である。「品種に勝る技術なし」という言葉があるように、病害虫対策を化学合成農薬に依存しない有機栽培では、品種選択がその可否を決めることになる。日本で古くから栽培されている品種の中に、あるいは民間育種家が育成した品種の中に、耐病性に優れ、栽培しやすい、有機栽培が可能な品種を見出すことができる。残念ながら、日本の公的機関で行われてきた果樹の育種は、その主目的を主として果実の品質改良におき、耐病性等の有用形質を持つ個体でも品質が劣っていれば、淘汰してきたこと、また、果樹の育種には長い時間を要するため、有機栽培のために育成された品種は未だ無い。

公的機関による栽培技術指針にも、品種別の特性は紹介されているが、有機栽培の視点からの情報（病害抵抗性等）は非常に少ないので、先進的な有機栽培者の情報や、自らの試作によって確認する必要がある。

さらに、病害虫、気象災害による被害のリスク軽減や労力配分を考慮して、単一品種の栽培ではなく、耐病・耐害虫性、早晩性、収量性や品質特性などが異なる複数品種を組み合わせて栽培することも必要である。

(3) 生理・生態、園地の条件を知り「樹と会話できるようになる」

有機栽培に限らず先進的な生産者に共通しているのは、自分の園地がどのような条件にあり、その樹がどのような特性（生理・生態）を有して

いるか熟知しており、それは園地における鋭い観察眼から得られたものである。慣行栽培では、果樹栽培で最も問題になる病虫害や雑草に対して化学合成農薬で簡単に対処することが可能であるし、樹勢管理も化学合成肥料や植物生長調整物質を用いれば比較的容易である。しかし、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や日常的な管理、すなわち「場の技術」が求められ、その基本となるのは、日常的に園地で栽培環境や樹の状態を把握できるようになること、つまり「樹と会話できるようになる」ことである。

(4) 有機栽培が可能な園地の選択

既存の園地を有機栽培に転換する場合でも、新たに有機栽培を始める場合でも、その園地において、対象となる樹種が健全に育つための条件が整っているか、最初に検討する必要がある。いずれの場合も、適地適作が大前提であるが、加えて、地形的な条件も非常に重要になる。すなわち、同じ地域であっても、山間地と平坦地、斜面の方向や、周辺部の状況で、生物多様性や生育条件が大きく異なるからである。例えば、傾斜地と平坦地では、風の流れが異なり、霜の降り方も異なる。傾斜地では、標高が低い園地の方が冷気は貯留しやすく、霜の害を受けやすいこともある。また、日照時間が短く、風通しが悪い場所では、病気の発生が多くなりがちである。

また、周辺に山林や雑木林などがある場所では、多様な生きものが生息することができるため、天敵類も豊富となるが、慣行栽培の園地に囲まれた場所や、市街地の中にある園地では、生きものの多様性が低く、土着天敵の供給量が低くなることから、草刈りをする時に、一度に全てを刈り取らずに天敵の居場所を確保する等、何らかの対策が必要となる。

(5) 有機栽培に適した開園準備と初期生育の確保

果樹の有機栽培では、成園を慣行栽培から有機栽培に転換することは非常に難しく、苗木の育

成と土づくりから始めなければ無理であるという意見もある。その理由は、果樹にも「苗半作」が当てはまり、生育初期における育ち方、すなわち徒長気味に生育したのか、病虫害などによりストレスがかかったのか、あるいは健全に生育したかが、その後の生育特性に大きく影響するからである。低栄養、低投入の土壌で植物自身が有する自然と共生する能力が十分に発揮できるような、根張りの良い健全な苗を育てることが有機栽培を成功させるポイントとなる。

定植後、苗木の育成期間中は、害虫への抵抗性が低く害虫の大発生や雑草の繁茂が著しくなりがちである。葉が食害され、苗の生長が著しく劣ると、着果時期が遅れるだけでなく、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観察されている。この時期における雑草管理や害虫防除には特に注意が必要である。苗木の健全な生育を確保するために、育苗期を長めにとり、苗圃でしっかり管理して健全な苗木を育てた後、定植する方が望ましい。

(6) 病虫害には有機JAS許容農薬も利用して防除効果を高める

果樹の有機栽培では、耕種的な方法だけでは、防除が困難な病虫害が存在する。有機農業に適した品種が非常に少ない現状においては、健康な樹を維持するために有機JAS許容農薬の最低限の使用も考慮する必要がある。但し、農薬の使用は園地の生態系に大きな影響を及ぼし、天敵密度を大きく低下させることが多いので注意が必要である。農薬散布の時期や使用農薬の種類は、園地観察に基づいて判断する必要があり、先進的な有機農業者から情報を得ることが重要となる。

(7) 品質基準と販売方法の転換、生食と加工の組合せで販売先を確保

有機栽培の特質を理解して、生産者の想いを理解してくれる消費者や販売先を確保すること、消費者との間に信頼関係を築くことが最も重要になる。それにより、病虫害や気象災害により、例

年よりも外観品質が劣る場合にも、食味や栄養価が大きく劣るのでなければ、安定的に購入してもらうことが可能となる。また、宅配や贈答品については、単一品目だけでなく多品目の詰合せも用意するなど、消費者に多様な選択肢を提供することも重要となる。

外観品質が劣るなどの理由で生食用に販売することが難しいものについては、加工用として消費者に販売したり、加工して付加価値を高めて販売する。加工品の開発に当たっては、有機果実であることが活かされることが重要となる。生食と加工を組み合わせることで、廃棄率を最小限にし、経営を安定させることが可能となる。

2. 土づくり・施肥管理対策

1) 土づくりの基本的考え方

土づくりが有機栽培の最も基礎をなすものであることは、先進的な有機農業者の誰もが一番重要なこととして認識している。慣行栽培においても、土づくりは農業にとって最も基本をなすものの認識はあるが、その内容には大きな差異がある。慣行栽培での土づくりでは、通常、地力を高めるために化学肥料の施用や有機物等土壌改良資材の継続的な投入と一定の作土確保のための耕耘により、豊富な肥料養分の供給、排水性、保水性の改善など、土壌の理化学性を改善する、いわゆる“肥沃な土づくり”が目指されている。一方、有機農業での土づくりでは、自然循環機能を活用して、養水分の量的な損失を防ぎ養水分の保持や放出などを気候に合わせて調節する貯蔵・循環機能の役割を高めたり、生態的機能を高めて病害虫の発生抑制にも役割を発揮する有用生物の維持・繁殖などの質的な向上も、土づくりの重要な要素としている。

慣行栽培でも、土づくりには一定の時間を要するが、有機栽培の土づくりではさらに耕地生態系改善という質的な生長を図る必要があり、土壌生物の成熟・安定化のために相応の労力と時間がかかる。有機JAS認証の場合には、3年間の転換

期間が設定されているが、これは有機栽培を安定化させる土づくりの期間に沿ったものであるとも言える。

今回、本指導書作成の過程で先駆的な有機栽培の実践者に多数接する機会を得たが、特に30有余年にわたって有機農業の先導者的立場にある農業者達は、奇しくも3年程度で有機栽培を軌道に乗せる土づくりの指導を関係者にしているとされた。(一財)日本土壌協会がかつて果樹の有機栽培農家に対して行った調査結果では、平均的には有機栽培が安定するまでに数年かかるという結果であったが、先導者的立場にある農業者達がいみじくも述べていたように、有機栽培開始前から土づくりを心がけることが、有機栽培を短期間で安定させる道であることが伺われた。当然、取り組む園地の条件や対応技術によって、安定した有機栽培に到達するまでの期間が変わるので、地域での先駆的な有機農業者との交流を通じてノウハウを学ぶしておくことも重要である。

土づくりは、端的には土壌の物理性の健全性、生物性の健全性、化学性の健全性を高めて、作物の生産能力を高める環境を維持・向上することにある。また、有害な微生物を相対的に少なくし、多様な有用微生物が多数生存して活発に活動するような土壌環境を作ることが重要である。そこで、有機栽培では樹の健全性を高めることが、病害虫の抑制に繋がることから、根の健全な発達を重視しており、根圏域の土壌の物理性や生物性の改善を重視している。そのような手段として、果樹の有機栽培においては、一般に有機質資材の投入と草生栽培、またはそれが併用されている。

土づくりの基本的な考え方の基礎は、すでに第2部においても述べられているので、以下では、果樹栽培の基盤となる園地の土壌物理性の改善対策、早期の土づくり対策、有機物資材や有機質肥料の内容と使い方、関連して果樹の養分管理や施肥上の留意点など、果樹の有機栽培を円滑に進める上で重要となる共通的な実用技術について解説する。

2) 土壌の物理性の改善

(1) 園地の土壌条件と果樹の適応性

高品質な果実を安定的に生産するためには、まず開園前であれば、目的樹種の適地を選択し、特に排水条件や土壌母材については細心の考慮を図る必要がある。果樹は永年性作物として一旦植栽が行われれば、樹の生育と共に年々根系が広く深くなることから、これらのことは重要性が高い。

表 I-1 に土壌母材とその特徴を示したが、母材や地形により土壌特性が大きく影響を受けていることがわかる。不良地、不適地で栽培を行う場合は、開園・改植前に排水設備の整備や硬盤破碎、客土など、大がかりな土層、土壌の改良を行っておくことが望ましい。

また、果樹の種類によって、最適な土壌の乾湿や物理性、有効土層の深さが異なっている（表 I-2）。土層・土壌改良のほかに、樹種によ

表 I-1 我が国の果樹園土壌の概況（吉田1984から作表）

土壌型	母材による土壌区分		土壌の特徴	植栽されている主要果樹
火山灰土	火山岩屑	有機物 火山灰 火山砂礫	砂土～植壤土、細根深 有機物多、置換容量大 N,Al,Mn 多、Ca,Mg,P,B 少、 強酸性、保水量大	カンキツ類、ビワ、リンゴ、オウトウ、アンズ、カキ、ブドウ、クリ、ナシ、モモ、スモモなど
赤・黄色土（東海以西） 褐色森林土（関東以北・北海道中部）	火成岩類	酸性岩（花崗岩など）	砂土～壤土、細根浅～深 有機物少、置換容量小 N,Ca,Mg,K,P,Mn,B 少 強酸性、緩衝能・保水力小	カンキツ類、ビワ、ブドウ、モモ、スモモ、カキ、クリなど
		中性岩（安山岩など）	壤土～埴土、細根浅 有機物少、置換容量大 N,K,B 少、Ca,Mg 多 緩衝能・保水力大	カンキツ類、ブドウ、モモ、スモモ、ナシ、カキなど
		塩基性岩（玄武岩など）		
	堆積岩類	非固結堆積岩沖積層（礫、砂、泥、土石流）	砂土～埴土、細根浅～深 有機物少～多 保水力・置換容量小～大	カンキツ類、リンゴ、オウトウ、ブドウ、ナシ、モモ、カキなど
		非固結堆積岩洪積層（礫、砂、泥、土石流）	砂礫土～埴土、細根浅～中 有機物少、保水力小 置換容量中	カンキツ類、ブドウ、モモなど
変成岩類	結晶片岩類（片麻岩、結晶片岩、千枚岩など）	砂土～埴土、細根浅～中 有機物少、置換容量小～中 保水力小～大 置換性塩基少～多	カンキツ類、カキ、クリ、ブドウ、モモなど	

表 I-2 主要果樹の土壌感応性（和歌山県農林水産部2009）

項目	ミカン	ウメ	カキ	モモ	ブドウ	ナシ
耐湿性	弱	弱	強	弱	強	中位
耐干性	強	弱	弱	強	やや強	弱
土壌の物理性に対する要求度	空気の要求度大	空気の要求度大	水分の要求度大	空気の要求度大	水分及び空気の要求度大	水分の要求度大
根の深さ	キコク台＝浅根性 ユズ台＝深根性	浅根性	深根性	中位 土性により浅根になりやすい	アメリカ系統＝浅根性 欧州系統＝深根性	中位
土壌条件	透水・通気性が良く、粘土を含んだ土壌が適	有機質に富む植壤土が適	有機質に富む土層の深い土壌が適、地下流水があっても生育可能	砂質壤土が最適、排水不良地は不適	砂質の軽い土壌が適	有機質に富む深い壤土あるいは砂壤土が適
土壌の反応	酸性に対してかなり強い	微酸性～中性を好む	酸性に強い	酸性に強い	石灰飽和度の高い土壌に適合、栄養生理的に石灰要求度が高い	微酸性が適

ては、品種や台木の種類である程度適応させることも可能である。

(2) 土壤物理性の良い圃場の選定と改良

果樹は永年性作物であることから、根圏環境の改善による健全な樹体づくりを大事にする。特に、有機栽培においては、健全な樹体の形成により病害虫の抑制も図ろうとする考え方があり、慣行栽培以上に根圏域の土壤の物理性の改善を大事にする。

果樹の有機栽培に当たっては、慣行栽培圃場を有機栽培圃場に転換したり、他作物の栽培圃場を転換するケースが多い。選定圃場の土壤物理性が悪いと、果樹の生育が悪くなり、開園後の土づくりを行わなければ、土壤は農業機械の走行による圧密を受け物理性がさらに悪化し、同様な結果を招く。従って土壤物理性の良い有機果樹園にしていくためには、①新たに有機果樹園を選定する際に土壤物理性の良い圃場を選ぶ、②開園の際に問題となる土壤物理性の改良を行う、③有機果樹園開設後は継続的に土壤物理性の改善に努める、ことが重要である。

①土壤物理性の良い圃場の選定

有機果樹園を開園する際、最も問題となるのは土壤の物理性であり、地形、土壤の状態をみて選定する必要がある。特に排水性が悪いと土壤水分が多く気相の少ない土壤となり、根群分布が表層に限られやすい。排水良好であればそのまま開園しても良いが、水田転作果樹園のように傾斜がなく表面排水が行なわれにくいところであればその対策が必要となる。排水不良の圃場でも、暗渠や明渠の設置で解決できるのであればそれを行なう。

圃地の土性に対する適応性は、果樹の種類によって異なるが、基本的に果樹は排水良好で通気性の良い砂壤土及び壤土が適する。果樹の中でブドウはやや適応範囲が広いが(表 I-3)、特にキウイフルーツは根の酸素要求量が高いため、1週間程度の湛水でほとんど枯死する。滞水と乾燥双方に耐性が低い。

一般に排水、通気など土壤の物理性がよい圃

表 I-3 土性とブドウの新梢伸長量
(財)日本土壤協会 1986)

	多雨の 1953 年の実験 (小林, 富久田 1955)	普通の 1955 年の実験 (富久田, 伊庭 1957)
埴 壤 土	325 cm (41)	123 cm (83)
壤 土	576 (73)	157 (105)
砂 壤 土	788 (100)	149 (100)
砂 土	637 (81)	135 (81)

場を選定することが、生育も良く、その後の栽培管理の手間が少なくなる。

神奈川県有機キウイフルーツ作農家 H 氏は、「キウイフルーツの有機栽培は、適地で行うことが大切で、排水が良く、風が強くなく、日照条件の良い場所を選ぶ」としている。その圃場は黒ボク土壤で、有効土層は深く、排水が良い。また、山形県のワインブドウ作農家 A 氏は、慣行栽培圃場から有機栽培圃場に転換したが、その際、排水等土壤条件の良い圃場を選定しており、黒ボク土壤で排水が良い圃地である。

②果樹園開設に当たっての土壤物理性の改良

圃地の土壤物理性は、表層土のみでなく下層土の状態も大切である。特に根が伸びやすいように有効土層が深く、下層土まで軟らかくて排水がよく、水持ちもよいことが必要である。しかし、適地圃場であっても自然のまま栽培に適した土壤条件が整っていることはむしろ少なく、多くの場合何らかの土壤改良が必要になる。

果樹園の樹の衰弱の原因は様々であるが、ほとんどの場合、根の量的な減少が共通した現象として認められる。根、特に細根が減ってくると、地上部の生長に見合う養水分の供給ができなくなり樹勢が衰える。細根の減少の原因は土壤の物理性の悪化による場合が多い。

i. 土性の相違による土壤改良の留意点

果樹園に選定した圃場の土壤条件は様々で、特に土性によって改良のポイントが異なってくる。土性の相違による土壤改良の留意点は次の通りである。

i) 粘質土壤園

粘質土壤の最大の問題は物理性、すなわち、

気相が少なく根群が発達しにくい点にある。その対策は有機物による改良が最も有効である。

ii) 砂丘地土壤園

砂丘地土壤及び砂質の沖積土壤は保肥力、保水力を高め土壤養分を富化することが改良目標となる。砂丘地ブドウ園において稲わらなどの有機物を施用した土層で根群の発達しているのは有機物施用によって保水力が高まり、さらにこの層に土壤水分が多いからである。有機物の施用量は粘質土壤のような物理性の改良が主目的の場合よりも少なくてもよいと思われがちであるが、これまでの調査結果では有機物の施用量の多い区ほど根の量が多い傾向が見られる。

iii) 火山灰土壤園

火山灰土壤は腐植に富み物理性はよいが、化学性のうちリン酸及び苦土などの塩基が少ない。そのため、火山灰土壤の改良は粘質土壤と異なり化学性の改良が主となる。腐植が多いので堆肥などの有機物は不必要と思われやすいが、堆肥の効果はそれに含まれる肥料成分、微量要素養分が分解によって補給される点も大きい。従って、火山灰土壤でも堆肥の効果は大きい。他の土壤と同様に考えてリン酸、石灰、苦土を含む土壤改良資材も施用する。

ii. 土壤物理性改良の方法

土壤物理性改良の方法としては、一般に透水性の良い土壤では穴を掘り、そこに有機物を土とよく混和して埋め戻す方法が行われる。その場合、必要に応じて石灰、リン酸資材などの土壤改良資材も同時に施用する。粘質土壤のように特に排水の悪い土壤では、改良部分に滞水して、かえって逆効果となる場合があるので排水改良も合わせて行う。排水不良の土壤でも暗渠や明渠の設置で解決できればそれを行ない、客土はその対策しかない場合のみ行なう。

深耕の効果は、掘り方とともに、埋めもどし時に施される有機物によって左右される。山野草を使った場合は新根が多く、生稲わらを使うと湿害を助長するなどの指摘がある。

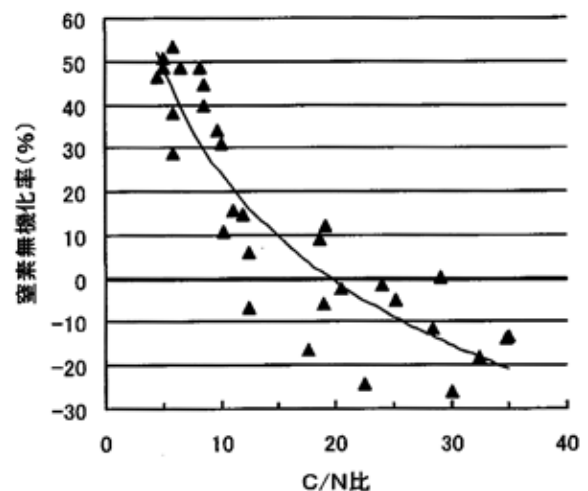
樹体の生育、果実の品質からみて、下層土と

上層土とを混合して埋めもどした混合区の成績が良好で、下層土と上層土の逆転区は生育が劣るので注意する。

樹園地に使われている有機物には、肥料として施されるものから粗大有機物のように土壤改良資材として使用されるものまで数多く、多岐にわたる。有機物を利用するに当たっては、まず有機物の性状と分解の特徴を知って使い分ける必要がある(3)を参照のこと。

堆肥には乾物で数%の窒素が含まれているが、その全量が作物に吸収されるわけではなく、有機物の分解過程で無機化されたものが肥料効果を現す。その無機化に関係するのがC/N比(炭素(C)量と窒素(N)量の比率(質量比)で炭素率と言われる)である。炭素率が大きくリグニン及びセルロース含量の多い有機物は土づくり用に、炭素率が小さく易分解性有機組成の多い有機物は有機質肥料または肥効を重点として利用する使い分けが必要である。

C/N比と窒素無機化率との関係は図I-1の通りであり、これを目安に堆肥等有機質資材を選択するのが良い。窒素の有効化率はおよそその目安で、C/N比20以上は有効化率0%、C/N比15~20は10%、C/N比10~15は20%、C/N比10以下では30%以上といえる。なお、これは投入年の目安であり、堆肥等有機質資材の窒素の無機化率は地温が高くなると高まり、また、堆肥は連



図I-1 炭素率と無機化の関係
(神奈川県農業試験場2008)

用すると窒素の肥効率が高まる。

深耕に合わせた堆肥等有機質資材の投入量については、一般に資材量が多すぎると、土の孔隙率が大きくなりすぎて、細根の発生が少なく、発生した根も分岐の少ない太い細根になりやすいと指摘されている。

樹皮堆肥の投入適正量については、峯らはカンキツ園では m^2 当たり100~250kgが資材の適量であるとした。また、同じ樹皮堆肥で藤原らは m^2 当たり100~200kgがブドウ園では適量と見ており、両者とも似た数値となっている。

有機果樹作農家では、開園、改植する場合は、土性や肥沃度に応じて深耕して堆肥を投入している。また、比較的土壤条件の良い圃場ではソルガム等地力増進作物により土壤改良をしてから有機果樹園を開設している。主な果樹の有機栽培農家の土壤改良の対応事例は次下の通りである。

③園地開設後の土壤物理性改善

果樹園の土壤改良は一度改良すると、同じ場所では当分改良する機会はない。しかし、年月が経てば農業機械の走行などにより、土壤は圧密を受け物理性が悪化する。また、有機物が分解す

ることによって土壤の孔隙量、養分が減少し、さらに樹も新根の発生が少なくなり活力が低下し、樹勢が衰える。このようにならないよう園地の管理を行っていく必要がある。

開園後の園地の管理としてこれまで計画的に穴を掘り、この穴に粗大有機物と肥料を施用する方法によって土壤の物理性の改良と化学性の改良を併せて行なうことが推奨されてきた。しかし、近年では深耕は断根の弊害があることや、労力の問題から園地の地表面管理を主体とした土づくりが行われている。有機果樹作農家も園地の地表面管理によって土づくりを行っている。

i. 地表面管理法

地表面管理法は通常図 I - 2のように分類されるが、このほかにも多様な組合せがあり、例えば、部分草生法の刈り草を樹幹の周囲にマルチする方法などがある。また、草生法もイネ科の牧草、マメ科の牧草、自然の雑草を利用する方法に分かれ、草の種類によって果樹の生育に対する影響は異なる。マルチ法と同様で、その材料となる有機物の種類によって効果が異なってくる。

このように地表面管理法は種類が多いが、基本

【有機果樹作農家における土壤物理性改良の事例】

◆愛媛県温州ミカン作農家K氏

園地造成地には2年間で3tの鶏ふん堆肥を入れて後は入れない。最初に土を団粒化させるのが目的で大量投入している。地力の低い圃場は完熟豚ふん堆肥を3年に1回入れるようにしている。

◆愛媛県温州ミカン作農家T氏

温州ミカン圃場は花崗岩のマサ土で砂質土である。マサ土の芯土が出てくるような圃地は改植する際に赤土の客土と堆肥施用(2~3t/10a)による土づくりを行っている。温州ミカンの植替え時には土壤改良目的で根菜類、イモ類あるいはソルゴー等による土づくりを行っている。

◆熊本県キウイフルーツ農家K氏

温州ミカン園からキウイフルーツ園へ転換する際、1m程度の深耕をした。それ以来手を入れていない。

◆北海道ブドウ作農家H氏

有機ブドウ園は元々泥炭地の水田であった。水田転作で果樹を植えるため、それまでの水田に近隣から運び込んだ山土を客土した。その際、トラクターに装着するトレンチャーを用い暗渠排水の整備を徹底して行った。

◆山梨県ブドウ作農家S氏

ブドウ園を新たに開設する際、土壤の状態が好ましくない場合には、1~2年間ほど雑草を生やしては刈ることを数回繰り返すことで、土を柔らかかにすると同時に土壤への有機物の還元を行ない土壤の団粒化を図ったうえで、栽培する品種に合わせて堆肥と米糠を投入する方法で土づくりを行っている。

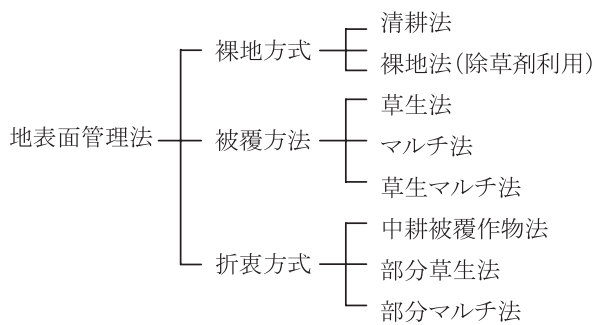


図 I - 2 地表面管理の方法

資料: 農業技術体系果樹編 (土壌変化の動態と要因)

になるのは清耕法、草生法及びマルチ法の3者である。それぞれの方法の特徴は以下の通りである。

i) 清耕法

清耕法は耕うんによって土壌中の窒素の硝酸化成作用が促進され、無機態窒素が増加し生育が良好となる。また、草生法のように養水分の競合もなく、園が清潔に保たれるなどの利点がある。しかし、腐植の消耗が多く、有機物を補給しないと地力が低下する。また、傾斜地園では表面の肥沃な土壌が流され有機物の少ない不良な土壌になりやすいなどの欠点がある。

ii) 草生法

草生法は園全体を草生にする土壌管理法である。刈り取った草の還元や土中の草の根の腐熟によって有機物が増加すると共に、土壌表面の流水防止による土壌侵食防止ができる。また、土壌の単粒化防止と透水性の向上により土壌構造が改良されるので、根の活力維持と地力の維持増強に効果が見られる。さらに、盛夏期の地温上昇を抑える効果もある。

草生栽培法の問題点としては養水分の競合が挙げられる。養分の競合は主に窒素で、他の肥料成分が問題になることは少ない。窒素の競合は草種によって異なり、イネ科の場合に影響が大きく、マメ科での競合はほとんどみられない。

iii) マルチ法

マルチ法は地表面を各種資材により被覆する方法で、草やわらによるマルチが多い。この方法は傾斜地で土壌流亡の多い園や乾燥しやすい土壌に最も適した土壌管理法で、欠点の少ない適応

性の広い方法である。マルチ法のみを導入する場合の最大の難点は、十分なマルチ材料の入手が困難なことである。

有機果樹農家の地表面管理は、草生栽培がほとんどである。草生法の問題点としては、養水分の競合があげられる。草生法、マルチ法とも土壌の窒素肥沃度を高めるが、果樹に対する影響には大きな違いがある。草生法では土壌が肥沃化して窒素が多量に発現しても草がそれを吸収して果樹への影響を緩和するが、マルチ法では発現した窒素全量が果樹に影響する。

上手な土壌管理法として草生とマルチの折衷方式があり、これを導入している有機果樹作農家が多い。草は刈取り後、園外に搬出することなく、樹冠下へマルチとして敷き込む。特に幼木は刈り取った草を樹のまわりに敷くと干害防止や地温調節が図られ生育が良好となる(樹種によっては害虫を呼び込むため注意が必要)。

草生法やマルチ法は傾斜地の土壌侵食防止に顕著な効果があるが、土壌物理性の改良効果もある。草生法やマルチ法の土壌物理性に及ぼす影響は、地表付近で特に大きく、孔隙率などが向上するが、20cm以下では不明瞭になる(表 I - 4)。

有機果樹作農家の草生栽培の草種は一般には雑草草生が多い。草の持つアレロパシー(他感作用:ある植物から放出される化学物質が他の植物や微生物に何らかの影響を及ぼす現象)による雑草の抑制も期待しヘアリーベッチ等が導入されているケースがある。ヘアリーベッチは単播で行われ、夏期には自然に枯れて敷わら状になり、他の雑草の発生を抑制する。

ii. 有機物の園地表層への施用

有機物の園地表層への施用は、下層土の土壌構造が良好な場合、または土壌改良ができていない場合にその効果が最もよく発揮される。有機物はその施用量を増していくと収量が增大する。しかし、ある限度を超えると品質に悪影響がでてくる。有機物の過剰施用は夏秋期の窒素の過剰や遅効きにより、品質低下や樹勢を攪乱することがあるので、

表 I-4 土壌の物理性に及ぼす地表面管理の影響 (佐々木1982)

処 理	深 さ (cm)	1 mm以上 の団粒 (%)	水分保持能 (容積%)			仮比重	全孔隙 (%)	粗孔隙 (%)	硬度計 示 度 (mm)
			pF1.5	pF4.2	有効水				
滑 耕 裸 地	0~10	2.5	39.1	12.5	26.6	1.35	48.3	9.2	18
	10~20	3.8	38.9	12.0	26.9	1.36	48.0	9.1	19
	20~30	3.5	39.0	11.8	27.2	1.39	47.4	8.3	21
敷わら マルチ	0~10	28.8	45.0	17.7	27.3	0.79	67.4	22.5	13
	10~20	3.5	38.7	13.9	24.8	1.35	47.9	9.2	18
	20~30	3.6	38.9	12.5	26.4	1.36	47.6	8.7	18
草 生	0~10	12.1	38.8	12.1	26.7	1.20	53.6	14.8	18
	10~20	6.8	40.5	13.9	26.6	1.28	50.8	10.4	17
	20~30	5.2	39.9	14.7	25.2	1.33	48.9	9.0	17

有機物の成分を考慮して施用する。

窒素の過剰な施用は、糖度や着色など果実の品質に悪影響を及ぼすので、窒素等肥料成分の少ない堆肥が適している。果樹園では、土壌の通気性や透水性を良くし、根の伸長や活性を維持する土壌改良効果を期待するのが一般的である。このためには肥料成分の低い堆肥を使用する。

有機果樹作農家は雑草草生が多いが、中には、

ナギナタガヤ、ヘアリーベッチ等の草種を選定して草生栽培をしている農家もいる。雑草草生ではつる性の雑草等の管理に苦慮している農家が多い。

また、堆肥の施用は、圃場の地力の状況を見つつ施用している農家が多い。

主な有機果樹作農家の園地の地表面管理の取組状況は以下の通りである。

【有機果樹作農家における園地草生の刈り敷き利用の事例】

◆和歌山県温州ミカン作農家H氏

園地は雑草草生栽培を行っている。草刈機を使用しているが、幹に巻き付く蔓草は適宜手で除去している。樹周りの抑草のため河原の草、木片の入ったもので樹冠下をマルチする。堆肥は毎年園地の土壌状況に応じて特性の異なる3種類の堆肥を使い分けている。

◆愛媛県温州ミカン作農家K氏

園地は雑草草生であるが、作業環境を良くするため、年4~5回雑草の刈り取りを行っている。地力の低い所は完熟豚ふん堆肥を3年に1回入れる。再造成地には土止めにイタリアンライグラスを全面的に播種している。

◆山形県ワインブドウ作農家A氏

園地を草生栽培にすると養水分競合が心配されるが、年2回、5月下旬と7月中旬に雑草が高さ25~30cm程度になったところで乗用型除草機で刈り取っているので特に問題はない。

◆神奈川県キウイフルーツ作農家H氏

園地にはヘアリーベッチを播種して雑草抑制と兼ねて地力増進対策を行っている。

◆熊本県キウイフルーツ作農家K氏

キウイフルーツに改植した時点で、雑草草生栽培を開始した。キウイフルーツは夏場に入れば樹が茂るので、年2回程度の草刈りだけで雑草繁茂による不都合は無い。

◆群馬県ウメ作農家Y氏

園地は草生栽培を行っている。草種はライムギ、ナギナタガヤ、ヘアリーベッチを利用している。

◆和歌山県ウメ作農家M氏

園地は雑草草生栽培であるが、最近蔓性のアサガオや、クズが多くなって困る。基本的には収穫前(5月)と夏(7月)、秋(9月)の3回草刈を行う。

◆奈良県ウメ作農家K氏

園地は雑草草生で管理している。年間4回の草刈りを乗用モアで全体の9割刈り、残りの1割を刈り払機で行っている。また、堆肥を基肥施用時期に合わせて施用している。堆肥での土づくりを行わないと樹勢が弱くなり実付きも悪くなる。

◆奈良県ウメ作農家S氏

園地は雑草草生栽培である。園地が急斜面のため、刈払機のみ対応なので労働面で大変である。主な雑草はクロジ、オオバコ、アマチャヅル、フジ、アサガオ、クズなどが多く、特にアサガオなどはツルが梅の樹にからんでしまいやっかい。対策としては草刈の頻度を上げることで、年4回程度行っている。

3) 土づくり資材と使用上の留意点

表 I-5 に有機JAS規格で許容されている有機物資材と期待される効果を示した。期待される効果については、有機物であるため、肥料効果と土づくりの効果を有してはいるが、使用する上で資材の特徴を把握して、目的に即した利用を行うための分類と理解されたい。

一般に窒素などの含有成分が高く、比較的短期間に養分の溶出が行われる場合は、肥料効果が期待され、逆に分解が遅く、長期間にわたって土壌に残存し、物理性やCEC（塩基置換容量）を向上させ、土壌生物の住処を与える場合は、

土づくりとしての効果が期待される。大まかではあるが、粗大有機物は土づくりに、動物質肥料、植物質肥料、配合肥料は肥料としての効果が期待される。堆肥化資材については、材料によって分解・溶出速度が大きく異なるので、注意が必要である。C/N比が低く、窒素含量が高いほど肥料効果が期待できるが、おがくずやわら等の植物残渣が混合されていると溶出が遅い場合がある。

また、施用に当たっては、土壌診断結果に基づき、必要な成分が補充されるように養分バランスを考慮して施肥設計を行う必要がある。通常は、単一種類の有機質資材を施用すると養分バランスが偏るので、有機JAS規格で許容されている普通

表 I-5 有機JASで許容されている有機物資材と期待される効果（◎高、○中、△低）

区分	種類	肥料効果	土づくり
粗大有機物	植物残渣	△	◎
	緑肥	マメ科◎	イネ科等◎
堆肥化資材	たい肥(特殊肥料)	○	◎
	厩肥(特殊肥料)	鶏糞◎ 豚糞○	牛糞◎ 豚糞○
	食品製造業に由来するたい肥(特殊肥料)	◎	○
	生ゴミに由来するたい肥(特殊肥料)	○	○
	パークたい肥(土壌改良資材)	△	◎
	その他のたい肥	○	◎
	ぼかし肥料	◎	○
動物質肥料	魚かす粉末(普通肥料)	◎	△
	蒸製骨粉(普通肥料)	◎	△
	グアノ	◎	△
	メタン発酵消化液	◎	△
	その他の動物質肥料	◎	△
植物質肥料	な種油かす及びその粉末(普通肥料)	◎	△
	米ぬか油かす及びその粉末(普通肥料)	◎	△
	大豆油かす及びその粉末(普通肥料)	◎	△
	乾燥藻及びその粉末(特殊肥料)	○	○
	その他の植物質肥料	◎	△
配合肥料	指定配合肥料(普通肥料)	◎	△

表 I - 6 有機 JAS で許容されている普通肥料

(1) 普通肥料

区分	普通肥料名(指定区分)
リン酸質肥料	熔成りん肥
カリ質肥料	草木灰(特殊肥料)
	塩化加里
	硫酸加里
	硫酸加里苦土
石灰質肥料	炭酸カルシウム
	生石灰
	消石灰
苦土質肥料	硫酸苦土肥料
	水酸化苦土肥料
	軽焼マグネシア
けい酸質肥料	鉍さいけい酸質肥料
汚泥肥料等	硫黄
微量要素複合肥料	微量要素

(2) 土壌改良資材

区分	土壌改良資材名(指定区分)
動植物質資材	泥炭(政令指定)
	腐植酸質資材(政令指定)
	パークたい肥(政令指定)
	木炭(政令指定)
	けい藻土焼成粒(政令指定)
	貝化石粉末
	貝がら粉末(特殊肥料)
	草木灰(特殊肥料)
	VA 菌根菌資材(政令指定)
	微生物資材(未指定)
鉱物質資材	ゼオライト(政令指定)
	ベントナイト(政令指定)
	パーミキュライト
	パーライト
	含鉄資材(特殊肥料)
	微粉炭燃焼灰(フライアッシュ)
	石こう(特殊肥料)

肥料と土壌改良資材（表 I - 6）を用いるなど、数種類の資材を用いて調整するか、調整済みの有機指定配合肥料を用いる。

パーク堆肥の製造過程において、発酵促進のために硫酸や尿素等の化学的に合成された物質が利用されたもの、及び原料木材について化学処理のされたものは、有機 JAS 規格では使用できないので、使用する際には製造過程の確認が必要である。詳細については、24年度に（一財）日本土壌協会が農林水産省からの受託により作成した「有機栽培技術の手引－水稻・大豆等編」の参考資料として『有機農業で使用可能な資材等－有機 JAS 制度による有機農産物生産のために－』（平成24年3月刊）を、ホームページ（http://www.japan-soil.net/report/h23tebiki_04.pdf）に掲載しているので、「有機物の主な種類と「別表1」の指定状況及び使用上の留意事項等」を参照されたい。

4）有機質肥料の肥効発現と使用法

通常、土壌微生物の量や活性を高めるためには、有機物を土壌に施用すれば良いが、場合によっては作物に悪影響が生じることがある。すなわち C/N 比（炭素率）が 20 以上の有機物（稲わらやおがくず等）を施用すると、微生物がこれらの

有機物を分解する際に土壌中の窒素等の可給態養分を吸収してしまうので、植物の養分供給が制限される“窒素飢餓”を起こすことがある。

逆に C/N 比が非常に低い有機物（油かす等）においても、微生物が土壌中で非常に活発に分解・代謝するので、酸素欠乏が生じたり、有害代謝産物が生成したりして、植物根の生理状態を悪化させてしまうことになる。そのため、C/N 比（炭素率）が 20 以上の有機物を作物に施用するときには、腐熟させたものを施用するとともに、C/N 比（炭素率）の低い肥料効果の高い有機物を施用するときは根から離して施用する必要がある。

しかし、果樹園における有機物施用は圃場が草生状態であることが多いので表面施用がほとんどであるため、施用有機物は好氣的に分解され、発生するガスも容易に大気へ放出されることから、野菜作における有機物の鋤込み処理ほど害は生じにくい。このことから速効性を求めるのであれば、C/N 比の低い植物質肥料、動物質肥料、指定配合肥料、粗大有機物を適量施用する方が効果的である。完熟堆肥は、その材料有機物が堆肥化される過程で有用成分が揮発、流亡して、養分ロスが多く、時間、労力、場所、機械・施設が必要なため、堆肥化されていない有機物であっても使用できる環境であれば、これらを利用してもよい。

図 I - 3は、各種有機物を毎年土壤に施用した時の土壤からの窒素無機化放出量を示したものである。このデータは、水田土壤におけるデータであるため、好気的な条件である果樹園では分解速度がやや速くなると予想されるが、有機物資材の窒素放出パターンや基本的な考え方は同じであると捉えて良い。

図 I - 3の上図に示された余剰汚泥や各種堆肥、家畜糞は窒素含量が高く、比較的早く分解が進み、ある一定の値に近づくことが分かる。この値は、1年間に施用する有機物に含まれる窒素量に相当する。つまり投入窒素量と放出量が平行に達することを意味する。余剰汚泥のように分解速度が速い資材ほど、早い時期に平行に達するので、肥料効果がすぐに期待できる。一方、図 I

- 3の下図に示された製紙かすや植物残渣などの窒素含量の低い有機物は、平行に達するのに長期間掛かる。しかも施用数年から25年までは、窒素が放出されないものもある。しかし、平行に達するまでに時間が掛かる有機物は、土壤に長く存在することになり、その蓄積量も多くなるので、土壤中の炭素量が増加し、分解過程において腐植が生成されたり、土壤生物の生息場所を提供するなど、土づくりとしての効果が期待できると言える。

表 I - 7に比較的養分溶出が早い時期に行われ、肥料効果が期待される資材の成分組成と無機態窒素の放出特性を示した。西尾 (1997) は、無機態窒素の放出パターンを速効性成分と緩効性成分から3つに分けている。速効性は施用後30

日までに放出するもので、緩効性成分は31~200日目までに放出するものである。

蹄角、乾血、フェザーミール、大豆油粕、乾燥酵母は、速効性成分と緩効性成分の両方を持ち、魚粕、肉粕、肉骨粉、皮粉、毛粉、蛹粕は速効性成分が主体であり、蒸製骨粉、生骨粉、カニガラ、菜種油粕、綿実油粕、ひまし油粕、カボック油粕、米ヌカは、緩効性成分が主体である。このように、有機質肥料でありながら、化学肥料のように速効性や緩効性を選べることは、慣行栽培から有機栽培へ転換する際の肥培管理における技術移転が比較的行きやすいと言える。しかし、窒素以外の成分については、有機質肥料毎に濃度が大きく異なることから、肥料の種類を組み合わせるなどバランスを保つことも留意しなければならない。

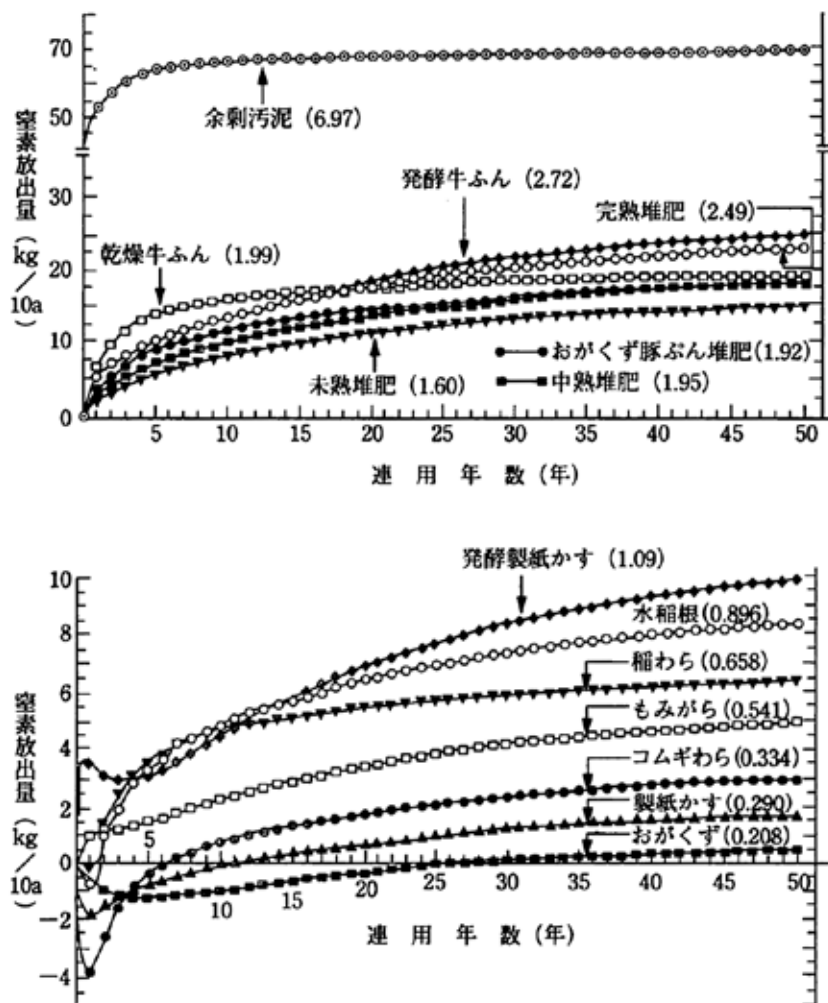


図 I - 3 各種有機物を水分を除いた乾燥物で毎年1t/10a連用したときの無機態窒素の放出量の経年変化 (西尾1997)

注: () 内の数字は、図中有機物の乾燥物中の窒素含量の%を示す。

表 I - 7 有機質肥料の成分組成と無機態窒素の放出特性 (西尾 1997)

試料名	全窒素 (%)	全リン酸 (%)	全 K (%)	全 Ca (%)	全 Mg (%)	炭素 (%)	C/N	無機態窒素放出型
蹄 角	13.75	0.24	0.03	0.62	0.03	35.32	2.56	30 日までと 31~200 日目 とで 25g/kg 以上の無機窒 素を放出するもの
乾 血	12.93	0.78	0.61	0.09	0.12	36.79	2.85	
フェザーミール	13.78	0.60	0.10	0.37	0.04	43.05	3.12	
大豆油粕	7.72	1.69	2.22	0.40	0.48	32.95	4.27	
乾燥酵母	9.71	1.14	0.18	0.32	0.17	39.57	4.08	
魚 粕	9.75	8.54	0.47	10.09	0.37	35.53	3.64	
肉 粕	10.23	2.47	0.41	3.19	0.08	37.68	3.68	
肉骨粉	7.21	10.25	0.23	23.18	0.40	30.56	4.24	
皮 粉	9.68	0.16	0.03	2.73	0.26	34.56	3.57	
毛 粉	7.17	0.34	0.21	0.64	0.12	35.28	4.92	
蛹 粕	9.30	1.81	1.07	0.20	0.67	41.28	4.43	
蒸製骨粉	5.30	21.30	0.12	31.39	0.74	21.75	4.10	2 つの時期の無機窒素放 出量が 25g/kg には達しな いが、30 日目までと 31~ 200 日目との両期で無機 窒素を放出するもの
生骨粉	4.90	24.72	0.07	34.02	0.80	10.73	2.19	
カニガラ	4.24	5.34	0.22	41.16	1.83	14.42	3.40	
菜種油粕	6.22	2.84	1.38	0.94	0.90	35.72	5.74	
綿実油粕	5.66	2.29	1.38	0.29	1.09	32.94	5.82	
ひまし油粕	6.64	2.02	1.03	0.81	1.02	29.99	4.52	
カボック油粕	5.39	2.22	1.74	0.65	0.93	39.33	7.30	
米ヌカ	3.20	6.68	1.51	0.38	2.36	33.65	10.52	

注:全リン酸:P₂O₅、全 K:K₂O、全 Ca:CaO、全 Mg:MgO

さらに実際の施用場面においては、有機質肥料は通常の速効性化学肥料とは異なり、施肥してもすぐに肥効が発現しない場合が多い。端的には、化学形態や溶解性の面で、そのままでは作物がすぐ吸収できないものであることが、その主たる原因と言える。有機質肥料が化学形態や溶解性が変化し、養分として供給されるには複雑な要因が関わり、その総合的な作用を受けて供給量が規定されることになる。有機質肥料の肥効コントロールが難しいのはそのためである。

図 I - 4 に果樹の有機栽培における施用有機

質資材からの養分供給に関する主な要因を示した。便宜上、1次要因、2次要因に分けて階層化して示したが、実際、これらの要因間には相互関係があり、複雑に作用し合っている。また要因の強度、作物種、作柄、地域、栽培法等の栽培条件により大きく変動する。慣行栽培において化学肥料を施用する場合にも、これらの要因群について考慮する必要はあるが、主に施用位置、施用時期、養分保持、環境保持に留意すれば良い。

なお、有機栽培農家では、皆伐による新植の場合や有機栽培への転換期には、良質の完熟堆



図 I - 4 果樹の有機栽培における施用有機物からの養分供給に関係する要因群

肥を通常の3割増し程度の投入を行い、3年目くらいには通常の量に戻し、その後は樹勢や結実量を勘案しながら土壌の微生物性にも配慮した施用を行っている場合が多いという。また、先駆的な有機栽培者が有機栽培への転換者からの相談を受けた時は、自分の経験や多くの有機栽培者の観察から、転換3年前から良質の完熟堆肥の投入を勧めているという。その場合、特に堆肥の質にこだわっており、有機栽培失敗のほとんどの原因として堆肥の品質を挙げている。熊本県の先駆的な有機柑橘作農家T氏の「良い堆肥の作り方と見分け方」を参考までに示せば、下記の参考技術情報の通りである。

5) 地力の早期向上対策

初期の土づくりでは、有機栽培を新規開園により開始後、または慣行栽培からの有機栽培への転換後において、果樹が順調に生長し、果実を着け、病害虫による多少の外観品質に問題はあっても、3年後には慣行栽培による出荷量の7、8割程度の商品化を目指すことを最初の段階の目標に置きたい。

有機栽培への新規参入や、有機栽培への転換を図る際には、有機質肥料により樹勢を維持しながら一定収穫量を上げる上で、地力の早期向上が必要になる。また、新規参入や規模拡大を図るには、遊休園地の活用が手っ取り早い。30年余にわたって有機栽培を先導してきている愛媛県のI氏は、慣行栽培園地からの移行よりも、遊休園地からの移行の方が、はるかに短期間で安定した有機栽培園地ができるとしている。これにも良質な完熟堆肥がモノをいうが、草生栽培を併用するとより簡単に地力が早期に向上するので解説する。

小豆澤ら(1985)は、草生栽培の土壌肥沃度向上効果を検証するために、低肥沃度な砂壤土にブドウのデラウェアを栽培し、有機物施用—草生栽培、有機物無施用—草生栽培、有機物施用—裸地栽培の3試験区を設け、5年間の追跡調査を行った(図I-5)。有機物施用区には、植付け当初に土壌容積1m³当たり200kgの樹皮堆肥を施用している。その結果、有機物施用と草生栽培を組合せた処理区が最も土壌腐植含量が増加し、年々土壌肥沃度が向上することを明らかにした。草生栽培単独では、植付け後2年目までは腐植

(参考技術情報) ◆良い堆肥の作り方と見分け方

- ①原料はできるだけ多種類の有機物を混合して仕込むことである。その中に発酵起爆剤として、米糠、海藻粉末、骨粉、エビ、カニガラ粉末などのうち、1~3品を少量ずつ(全原材料量の1~5%程度)入れて発酵を主導させると良質堆肥ができやすい。
- ②購入堆肥を使用する場合の簡単な良質堆肥の見分け方は以下の通りである。
 - 袋入り堆肥の場合、開封した時に嫌な腐敗臭がしないこと。
 - できれば堆肥センター等製造所へ直接出向き、原料、製造過程を確認し、全過程で腐敗臭がなければ最高に近いが、少なくとも最終袋詰め時には嫌な臭いがないこと。
 - 不安がある場合は堆肥のサンプルをアルミホイルに少し口を開けて包み、コンロで熱してその臭いをかぎ、嫌な臭いがないこと。嫌な臭いがあれば利用しない方がよい。
 - 未熟気味の堆肥を使用する場合には、必ず地表面に散布し土と混和しない方がよい。堆肥施用後中耕して地中に未熟堆肥を入れると、根を枯らしたり微生物バランスを崩し、病害虫を誘発することがある。このような堆肥は、特に一度に大量に施さないように注意する。
 - 畜糞を主原料とする堆肥は注意して利用する。鶏糞、豚糞、牛糞、馬糞などが原料として使われる場合が多いが、鶏・豚糞の場合は窒素成分の効き過ぎに注意する。特に鶏糞は通常分解に長期間を要する上に、飼料に抗生物質の添加が多く、発酵が正常に進まず、乾燥はしていても未熟な場合がある。時として使用始めの1年目は好結果が出ても2年目、3年目と連用するほど、果実の着色、味、病虫害の発生などに悪影響が出る。このような問題が発生する場合には堆肥の質を疑い、早めの変更を考えた方がよい。

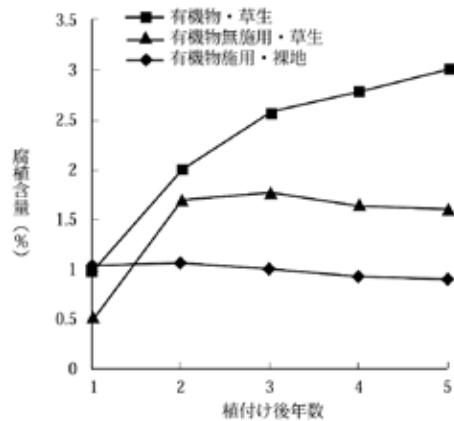


図 I-5 土壤管理と土壤の腐植含量 (深さ0~20cm) の変化 (小豆澤 2000)

含量が増加したが、それ以降の増加は認められなかった。また、有機物施用だけでは腐植含量は初年度から認められず、施用有機物は腐植として蓄積しなかった。このことから、草生栽培と有機質肥料施用の組合せが、開園当初の低肥沃度土壤を早期に熟化化する技術として有効であるとしている。

図 I-6は、年間の樹体生産量 (現存量・純生産量) を示したものである。現存量及び純生産量は、土壤腐植含量が最も増加した「有機物施用-草生栽培」で最も高くなった。しかし、有機物無施用-草生栽培の純生産量は最も低かった。このことから開園時や新植時には、バーク堆肥などの土づくり資材を施用することで一定の肥沃度を確保すると共に、草生栽培を組み合わせていくこ

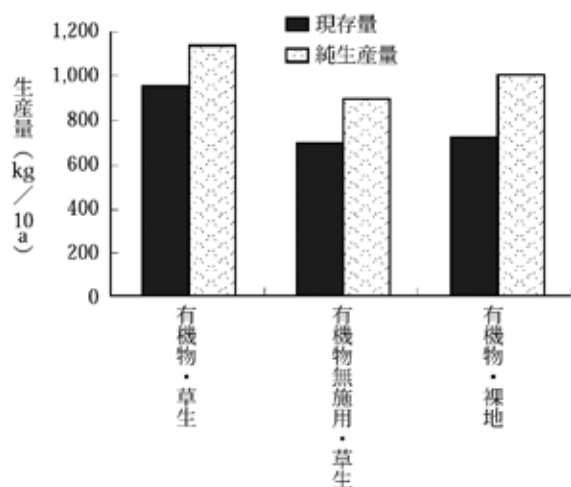


図 I-6 有機物施用と草生栽培がデラウェアの生産量に及ぼす影響 (小豆澤 2000)

とで、さらに効率よく土壤肥沃度の向上が図れると考えられる。

図 I-7は、小豆澤 (2000) が地表面管理法の違いがブドウのデラウェアの新梢の生長に与える影響を調べたものである。植付け1年目は裸地栽培で新梢の生長が優れる傾向がみられたが、その後は草生栽培が高くなる傾向を示した。草生栽培では初年度の生育が抑制されることは、温州ミカンにおける石川 (2010) の報告でも示されており、同じ原因によると考えられる。しかし、草生栽培を継続することにより、年々園内の土壤が肥沃化するとともに、枯死した草種から放出された窒素がブドウの樹に吸収され、樹の生育が旺盛になることが分かる。従って、新規に開園したブドウ園においても、初期の養分不足に気をつければ、新規開園土壤の肥沃化に草生栽培は有効と言える。

草生栽培については種々の効果が認められているが、土壤物理性に与える効果も高い。草生栽培における土壤物理性の変化をみると、表 I-8のように裸地区に比べて草生区の方が土壤構造の変化が優れる傾向がみられる。固相率が低下し、液相率と気相率が増加していることから、保水性と通気性が改善されることが分かる。また、0~20cm 土層のpF1.5時水分率が高まっており、作物にとって利用しやすい毛管水の量が増加している。さらに小豆澤 (2000) は、特に粘質土壤の単粒

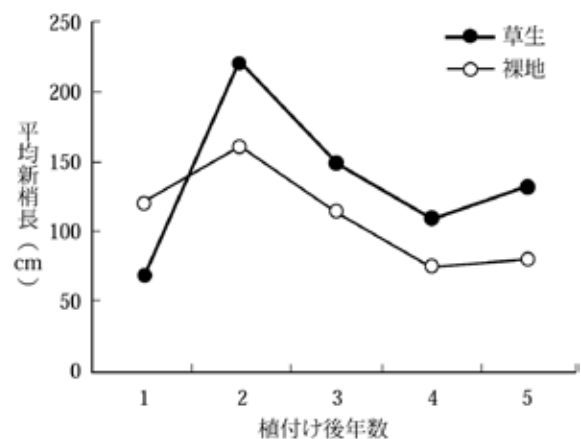


図 I-7 デラウェアの植え付け後の地表面管理法が新梢生長に及ぼす影響 (小豆澤 2000)

表 I-8 地表面管理法の違いが土壌の物理性に及ぼす影響
(小豆澤 2000)

区	層位 (mm)	採土時三相分布 (%)			pF1.5水分 率 (%)	ち密度 (mm)
		固相	液相	気相		
草生区	0~20	49.8	12.1	38.1	24.0	18
	20~40	54.0	13.1	32.9	19.7	19
	40~60	53.0	11.4	35.6	17.9	19
裸地区	0~20	52.9	10.6	34.6	19.2	19
	20~40	51.8	11.5	36.7	19.9	18
	40~60	53.3	12.2	34.5	19.0	19

構造では、草生栽培をすることによって深さ20cm程度までの物理性の改善効果がみられるとしており(表 I-8)、排水性の低い粘質土壌において有用性の高い耕種技術と言える。

石川(2010)は、温州ミカン園にナギナタガヤ草生を行い、7年間にわたり果実収量、外観品質、果汁糖度やクエン酸濃度について比較調査を行った。ナギナタガヤ草生を行うことで、1樹当たりの平均収量は裸地区(清耕栽培)より23%高かった(図 I-8)。また、果皮の着色は2001~2003年にかけて早くなり、2001年に滑らかな果実が多くなった。果皮色は2002年に赤色が高く、高品質であることが示された(図 I-9)。草生区の果汁糖度は2002年に裸地区に比べて高く、逆にクエン酸含量は2001年、2004~2006年に低いこ

とから、糖酸比が高くなり、ナギナタガヤ草生を行うことにより良食味果実の生産が可能になることが示された(図 I-10)。ナギナタガヤが夏秋季に枯死して土壌水分が保持され、根圏環境が改善したことが減酸につながったと考えられている。

しかし石川(2010)は、ナギナタガヤの導入に際して、導入初年度は、ナギナタガヤに施用窒素の38.2%が吸収されるため、果樹に供給される窒素量が制限されること、特に幼木園では樹勢低下を招く恐れがあることから、施肥量を削減しないように注意が必要であるとしている。2年目以降は、ナギナタガヤの枯死による養分供給が始まるので、窒素供給も安定しはじめ、理論的には導入11年目に、ナギナタガヤの施肥窒素吸収量と枯死ナギナタガヤからの供給窒素量が同じになるとシミュレーションされている。

6) 果樹の養分特性と土壌化学性の管理

(1) 果樹の養分特性と養分管理

果樹は永年性作物で幼木のうちは栄養生長のみであるが、成木になると結実するようになり生殖

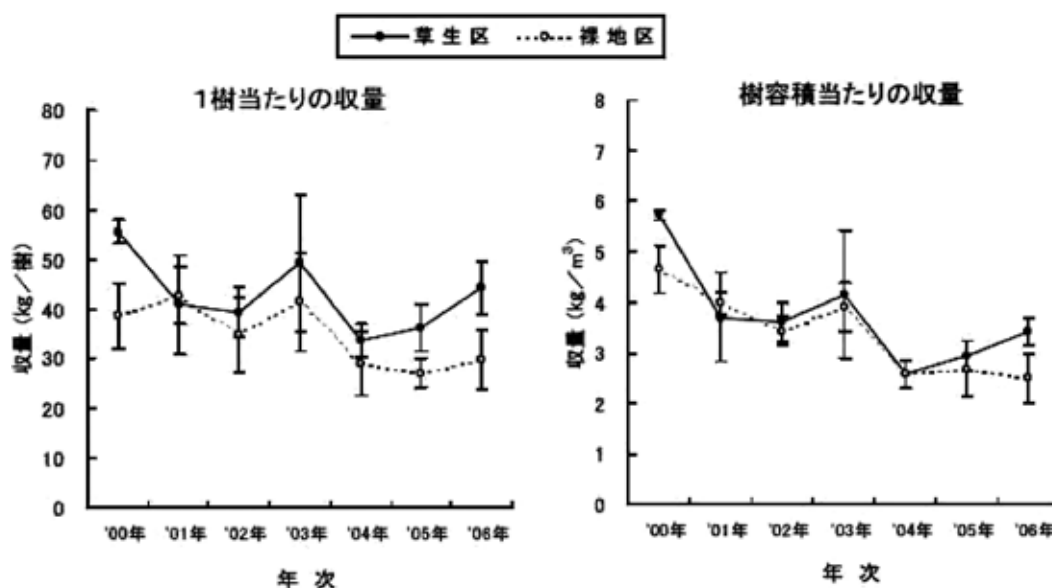


図 I-8 ナギナタガヤ草生ミカン園における宮川早生の収量の推移

注: 誤差線は標準誤差を示す。(n=4) (石川2010)

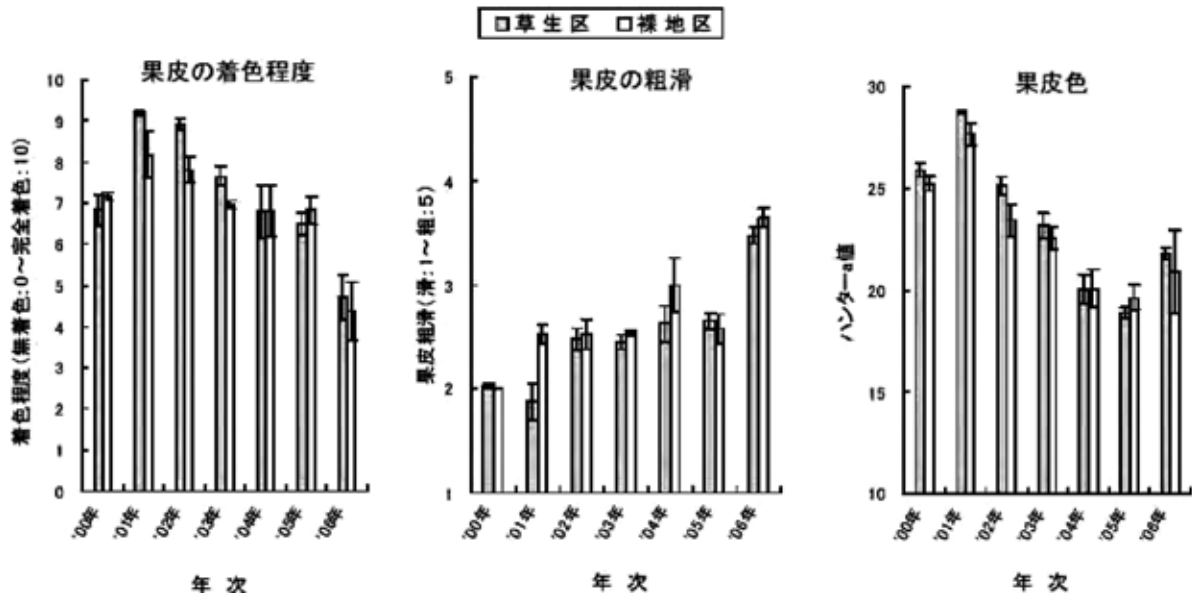


図 I - 9 ナギナタガヤ草生ミカン園における宮川早生の果実の外観

注: 誤差線は標準誤差を示す。(n=4) (石川2010)

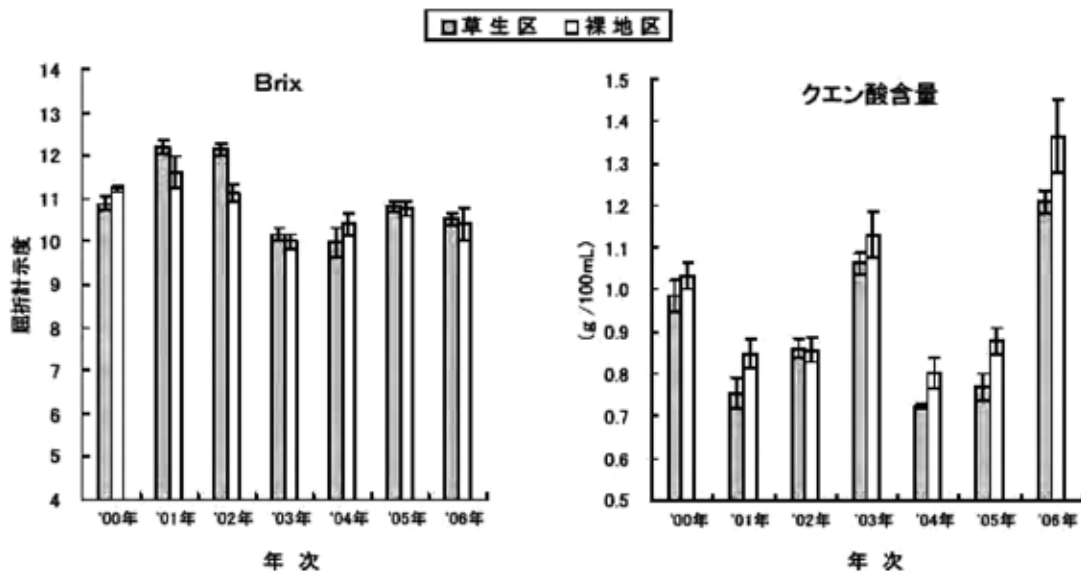


図 I - 10 ナギナタガヤ草生ミカン園における宮川早生の果汁のBrix及びクエン酸含量

注: 誤差線は標準誤差を示す。(n=4) (石川2010)

生長が行われるようになる。養分吸収面では、窒素の吸収量は成木になるまでは急激に増加するが、その後は微増となる。加里は収量の増加とともに吸収量も増加するが、リン酸は成木になると吸収量がほぼ一定となる。

成木になると果実が生産されるようになり、果実の大きさ、着色、糖度等が重視されるようになる。果樹は養分特性面で草本性作物とは以下のような相違が見られ、それに応じた養分管理が必要となる。こうした基本的な養分管理作業は有機果樹作

においても同様である。

①果樹では前年に蓄えた貯蔵養分が利用される
草本性作物では、水稻などのように開花、結実のための養分は作物が生長し光合成等で蓄えた養分であるが、果樹の場合には、開花、結実に必要な養分は前年に樹体等に貯蔵された養分が用いられる。ブドウ等落葉果樹では、発芽、開花、結実の養分の多くが、地下部の根や地上部の枝や幹に蓄えられるが、カンキツ等の常緑果樹では葉にも養分が蓄えられる。

温州ミカンでは4月の発芽から春枝の初期生育までは、必要な栄養の大部分が前年までに吸収され、主に細根と旧葉に蓄積されていた貯蔵養分に依存している。春枝の伸長がある程度進み、春葉や春枝が充実する頃になると窒素の供給源も貯蔵養分から吸収養分になり、さらに新根の伸長も盛んになってくる。

落葉果樹では発芽から開花・結実期にかけては十分葉が展開していないので、光合成はほとんど行われず、根の伸長、葉の展開、開花、結実は貯蔵養分に依存し、果実肥大期から葉で生産された光合成産物を利用するようになる。収穫期前後になると、光合成産物は貯蔵養分として枝、幹、根に蓄えられ、これら養分は次のシーズン前半の生長を支える原動力となる。

②翌年の生産維持も考慮した蓄積養分の管理が重要

果樹の特色として、本年の果実生産だけでなく翌年以降の生産維持も考慮して養分管理を行う必要があり、特別な栽培法を除いて一般に隔年結果にならないような対応が必要となる。このためには、施肥管理を適切に行うとともに新梢への蓄積養分の配分を適切に行う必要がある。その対応としては剪定や摘心、摘らい・摘果を行い、残された芽や花、果実に養分を分配することが重要である。

剪定作業は新梢への蓄積養分の配分を、摘果(花)作業は、果実への養分配分を適正に行い、品質の良い果実を生産するための重要な管理作業である。

また、落葉果樹では、収穫期から落葉期までは、枝や花芽が充実し、樹体内に貯蔵養分を蓄積する時期となる。常緑果樹のカンキツでは、9月以降には、果実が肥大後期から成熟期となり、貯蔵養分の蓄積や花芽分化も開始するので、適期に窒素を供給し、樹勢回復を図る必要がある。このため、お礼肥といった対応が必要な場合がある。

(2) 果樹園の土壌・施肥管理

果樹の有機栽培では、収量、品質の向上と共に、

病害虫にかかりにくい健全な生育となるように土壌と施肥の管理を行っていくことが重要である。

今回、多くの圃場で有機果樹の生育の良い圃場と劣る圃場との比較や周辺の慣行栽培圃場との比較で土壌の化学分析を行った。その結果、有機果樹作の圃場でも養分過剰の圃場が多く見られる一方、一部圃場では地力窒素の発現が少なく生育の劣る圃場が見られた。

今後、有機果樹作の園地土壌の化学性について注意していくべきことは、土壌有機物から発現する地力窒素を含めた養分や塩基バランスを適正に維持していくことである。

①窒素の管理

果樹の生育、収量、品質には窒素肥料が最も影響する。窒素は、細胞のタンパク質の構成成分となるものであり、果樹の生育や果実品質に最も重要な成分である。適正範囲の窒素施用量までは収量は向上するが、多肥になると収量は微増あるいは変わらないことが多い。むしろ過剰になると、新梢が徒長し、果実の熟期の遅れや着色不良、食味低下、生理障害を生じ、果実の品質が低下する。

果樹の根から吸収される窒素は、施肥窒素以外に土壌中の有機物が分解して発現してくるいわゆる地力窒素があり、生育等に大きく影響する。

地力窒素は土壌中の有機物が微生物の働きによって分解され発現してくる無機態窒素で、この発現量は、温度、水分、酸素、土壌の種類、pH、腐植含量によって変化する。これらの中で地力窒素の発現量に最も大きく影響するのは地温である。地力窒素は15℃以上で発現し始め、20～25℃で最も多く発現してくるとされている。

このほか、地力窒素の発現に大きく関係してくるのは、土壌中の有機物含量(腐植含量)である。堆肥等有機物を連用すると地力窒素の発現が大きくなる。

ブドウの巨峰で吸収された窒素を施肥窒素と土壌窒素(地力窒素)に区別して生育時期別に調査した結果によると(図I-11)、新梢が伸び始める4月は吸収量も少なく、その大半は施肥窒素

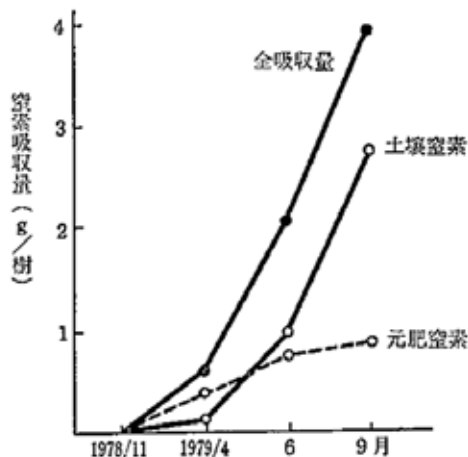


図 I - 11 巨峰の生育時期別窒素吸収
(栃木県農試 1982)

(元肥) に由来している。しかし、生育が進むにつれて土壌から吸収される窒素量が多くなり、6月ではほぼ半々になる。それ以降は土壌窒素(地力窒素)が多くなる。従って、腐植含量が少なく地力窒素の発現の少ない園は生育が劣る傾向がある。

今回行った主な有機果樹園での土壌分析結果においても、腐植含量が少ないことが生育の劣る要因になっていると考えられる事例が見られた。

同一の有機レモン農家のレモンの成木園で生育の良い圃場と劣る圃場で土壌分析を行った結果、生育の劣る圃場は腐植含量等が低く、無機態窒素の発現も少ない。その他の項目で生育上問題となる要因が見られないことから、このことが生育の劣る要因と考えられた(表 I - 9)。

また、地力窒素の発現について、果樹の生育・品質との関係で問題になるのがその発現時期である。地力窒素の最も多く発現してくる時期が果実の肥大、成熟期に当たる場合が多く、この時期は窒素が多いと、糖含量が低下したり着色が不良になるなど品質が低下してくる。

表 I - 9 有機レモン農家の生育良い圃場と劣る圃場の化学分析結果 (和歌山県レモン農家)

圃場評価	pH	CEC meq/100g	腐植%	全窒素%	硝酸態窒素 mg/100g
生育良い	7.0	29	3.1	0.5	2.9
生育劣る	7.1	20	1.9	0.2	0.5

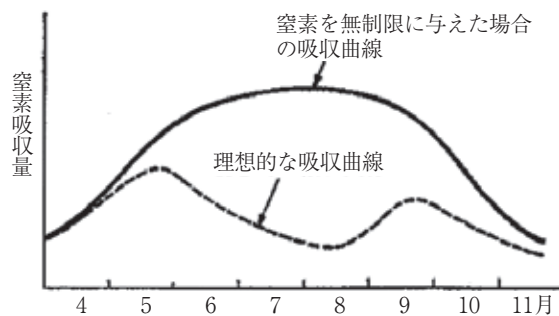


図 I - 12 窒素の月別吸収曲線 (森ら 1955)

秋に収穫する果樹で果実品質を考慮した場合の理想的な窒素吸収は図 I - 12 の通りであり、夏における吸収を抑えることである。なお、9月に窒素吸収の小さな山があるのはこの時期の窒素吸収が花芽の充実を促したり、貯蔵養分として樹体内に蓄えられるからである。

こうしたことから、堆肥等有機物の施用に当たっては、施用量に注意するとともに、堆肥を連用する場合には窒素成分の低いものを用いることが望ましい。

今回行った有機果樹農家の事例調査でも、草生管理のみで堆肥を施用していない圃場もある。神奈川県の有機キウイフルーツ作農家 H 氏は、土壌が肥沃であるとかいよう病が発生しやすくなるため、草生栽培による有機物補給のみで堆肥を施用していない。この農家の圃場は黒ボク土で土壌の物理性が良く、元々土壌の特性として腐植含量が高く、地力窒素の発現しやすい土壌であるという背景もある。今回、土壌分析をしてみた結果、比較的にかいよう病が発生しやすい圃場は、他の圃場と腐植含量等に大きな差はないが、塩基置換容量(CEC)が 58meq/乾土 100g と特に高く、他の黒ボク土と比較しても保肥力が高いことがその要因の一つと考えられた。

② 土壌養分の過不足と塩基バランス

今回行った有機果樹栽培農家の土壌分析結果を見ると、pH の高い圃場が多く見られ、またリン酸やカルシウムなど塩基類の過剰である圃場が多く見られた。石灰資材や鶏糞など一定の有機質資材を連用していると知らず知らずの間に pH などが高くなっていくと共に塩基類が集積してくる。pH が

高まり過ぎると微量元素欠乏による生理障害が発生しやすくなるし、塩基バランスが崩れてくると拮抗作用で欠乏症が発生しやすくなる。

i. pH

pHは果樹の種類によって生育に適した範囲があり、また、微量元素の溶解性に影響する。微量元素のマンガン、ホウ素はpHが高くなると溶解性が低下し欠乏症が発生しやすくなる。ブドウでは土壤中マンガン溶解度はpH6.2以上で急速に溶解性が低下し欠乏症が発生しやすくなる（特にデラウェア、図I-13）。

マンガン欠乏症の葉の症状として新梢基部葉を中心として葉脈間に黄白色のクロロシスが発生する。マグネシウム欠乏と比較しコントラストは弱く、ぼやけている。巨峰のマンガン欠乏区での生育量は完全区の6割、平均新梢長は7割程度であり、樹体生育は抑制される。

また、マンガン欠乏の果房の症状については同

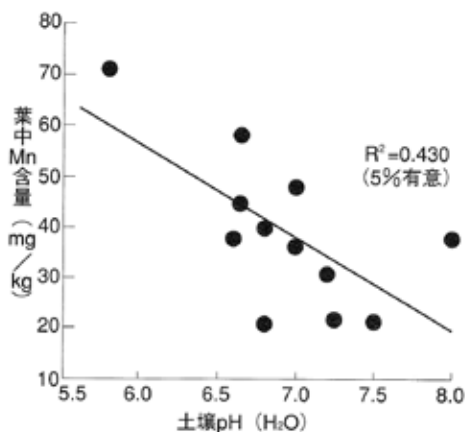


図 I - 13 土壌 pH と葉中マンガン含量との関係

資料: 山梨県果樹試 (甲州市岩崎地区、デラウェア)

一果房内で着色粒と着色不良粒が混在するゴマシオ型の症状も見られる。着色不良果粒は健全果粒に比べて糖度、果粒重が低く、酸度が高い。

今回の有機果樹作圃場でも pH が 7.0 を超す圃場がいくつか見られ、交換性マンガン含量も低い圃場が見られた (写真 I - 1)。特に、障害が発生しているとの報告はないが、注意していく必要がある。

また、pH が低いと柑橘類ではマンガン過剰症が発生しやすいが、今回の有機果樹圃場の土壌分析結果では pH の低い圃場はなかった。

ii. 養分過不足、塩基バランス

主な有機果樹作農家の土壌分析結果では、有効態リン酸と共に交換性マグネシウム、交換性カリウム、交換性カルシウムの塩基類が過剰な圃場が多かった。

有効態リン酸は果樹の場合、ブドウを除けばリン酸施肥を増やしても収量、品質に影響しない場合が多い。しかし、リン酸過剰は土壤中の交換性マンガン不可給態化させ吸収しにくくする。

また、有機果樹作圃場の中の一部には、交換性カリウムと交換性マグネシウムの養分バランスの悪い圃場も見られた。カリウムとマグネシウムは拮抗作用があり、土壤中のカリウム含量が増加すると、拮抗作用によりマグネシウム欠乏を生じることがあるし、また、マグネシウムが過剰になるとカリウム欠乏を起こすことがある。マグネシウム欠乏による障害 (葉脈間黄白色化) 発生はマグネシウム含量の不足のみでなく、加里過剰による影響が大きい。

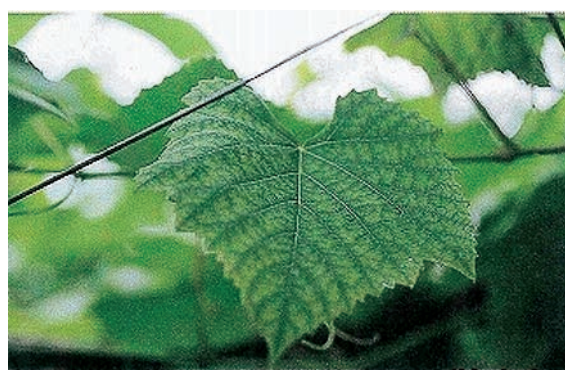


写真 I - 1 マンガン欠乏症 (左ブドウ果房、右ブドウの葉) (写真: 島根県農試)

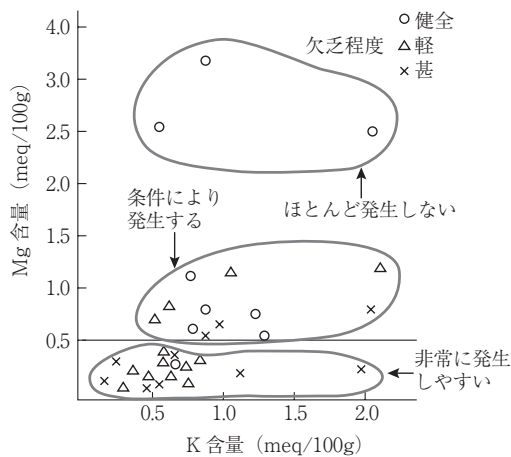


図 I - 14 ブドウ(デラウェア)のマグネシウム欠乏に及ぼす交換性マグネシウム及びカリウムの影響 (山形県園試 1970)

ブドウ園では土壤中に苦土が0.5meq (10mg/乾土100g) 以下では絶対量不足から欠乏症が非常に発生しやすい。また、2.0meq (40 mg/乾土100g) 以上ではカリウム含量に関係なく発生は見られない。しかし、その間はカリウム含量に左右され、カリウムが多いとマグネシウム欠乏症が発生しやすい傾向にある (図 I - 14)。

主な有機果樹作農家の土壌分析結果からは交換性マグネシウムの過剰な圃場が多いことから、交換性マグネシウム過剰によるカリウム欠乏症の圃場が多い。しかし、温州ミカンではカリウムが多くなると、糖含量が低下しクエン酸含量が高くなる傾向が見られ、他の果樹でも同様の報告があるので、食味の点から過剰にならないよう留意する必要がある。

多くの有機果樹作圃場にあっても養分過剰な圃場などが多く見られたので、今後、定期的に土壌診断を行い、養分の過不足や塩基バランスをチェックしていく必要がある。

(3) 土壌診断と栄養診断

①土壌分析の必要性

今回有機果樹作の事例調査と合わせて、半数程度の地域で必要に応じて、隣接する慣行栽培園土壌などと対比させる形で土壌分析を行ってきた。その際の農家の反応は次のように様々であった。

- i. 肥料投入を抑えているので問題は無いと思う。
- ii. 現在問題がないので分析の必要を感じない。
- iii. 過去に分析を行ったが問題がなかった。
- iv. 問題があるので分析を試みたい。
- v. 土壌分析は時々行い参考にしている。
- vi. 土壌分析を重視し、常時分析し活用している。

土壌分析を自発的に実施している v、vi のような農家については敢えて分析対象とはしなかったが、今回実施した有機栽培園地の土壌分析の結果では、腐植が多く肥沃で保肥力のある土壌が多かった。また、生育状況からみて問題のない例は多かったものの、施肥を意識的に抑えている例でも、リン酸、石灰、苦土が意外に集積している例や pH の偏り、養分間のアンバランスが見られる例もあり、中には障害が現れているケースもあることが予想された。有機栽培における土壌養分と生育との関係については、検討が遅れている分野であり、早急に研究が進められるべきであるが、生育診断を行う上での1つのよりどころとして多くの有機栽培農家が土壌分析には関心を持っている。そこで、土壌分析に当たっての留意点などについて解説する。

果樹栽培は傾斜地で行われることが多いこと、施肥は樹冠内に行われることから、水田や普通畑土壌に比べて土壌はかなり不均一である。一般に傾斜地の上方や尾根筋は、土壌侵食により主要根群域が浅くて乾燥し、粘土や腐植含量が低いため肥沃度が低い。傾斜地の下方や谷筋は、逆に主要根群域が深く、湿潤で、粘土や腐植の含有度合いは高いが、排水性が悪い場合がある。これらの理由から傾斜地果樹園で土壌を採取する場合は、果樹の生育状況等の異なる代表的な地点を選定して土壌を診断し、きめ細かな土壌管理対策を行うようにする。

②土壌診断基準

各都道府県では、栽培地域の気候、土壌、作目、栽培体系に適した土壌診断基準を策定しており、健全な樹体生育や高品質果実の安定生産のために必要な土壌特性について示している。これらの情報は化学肥料施用を前提とした慣行栽培、ある

表 I - 10 樹園地の土壌診断基準例 (和歌山県農林水産部 2009)

項目	カンキツ	ウメ	カキ	モモ	ブドウ	ナシ
主要根群域の厚さ cm	30	30 以上	40 以上	30 以上	30 以上	40 以上
根域の厚さ cm	60	60 以上	60 以上	60 以上	50 以上	70 以上
地下水位	100 以上	100 以上	80 以上	100 以上	80 以上	100 以上
ち密度 mm	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下	20 以下
粗孔隙%	15 以上	15 以上	15 以上	15 以上	12 以上	15 以上
腐植%	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上	3 以上
陽イオン交換容量(meq/100g)	15 以上	15 以上	15 以上	12 以上	12 以上	15 以上
pH	5.0~6.0	6.0~7.0	5.5~6.5	5.0~6.0	6.0~7.0	5.5~6.5
塩基飽和度(%)	50~70	80~100	70~90	50~70	80~100	70~90
交換性石灰(mg/100g)	150 以上	250 以上	230 以上	120 以上	200 以上	230 以上
交換性苦土(mg/100g)	25 以上	45 以上	30 以上	20 以上	35 以上	30 以上
石灰/苦土 当量比	4~8	4~8	4~8	4~8	3~6	4~8
苦土/カリ 当量比	2~6	2~3	2~6	2~3	2~6	2~5
有効態リン酸 mg/100g	10~50	10~50	10~50	10~50	10~50	10~50

いは環境保全型農業のための目標値となっているが、有機栽培においても大変参考になるため、これらの基準に照らし合わせて肥培管理や土壌改良を行う必要がある。例として表 I - 10 に、和歌山県の環境保全型農業栽培技術指針に掲載された土壌診断基準を示した。土壌診断後に土壌改良や施肥を行う際には、2012年に中央農業総合研究センターが作成した、「施肥・減肥基準データベース」が施用量を算定する際の有効なツールとなる。

③栄養診断

土壌の特性と養分バランスを判断して、適切な施肥管理を行うことが土壌分析のねらいである。土壌診断を元に施肥設計を行い、適切に有機質肥料が施用されたとしても、気象変動等の環境条件は常に変動しているため、高品質果実を安定的に生産するためには、作物の生育状態や樹勢、栄養状態を診断することが重要なことである。

作物の生育は土壌の状態に大きく影響を受ける。特に窒素を中心とした栄養状態は、地上部の生育にすぐに反映されるため、篤農家は樹木を観察することにより、施肥の反応をチェックしている。樹体観察には道具は不要で、情報を毎年蓄積すれば、園地毎に施肥反応特性を明らかにすること

ができる(表 I - 11)。

樹体観察だけでは、樹体の栄養診断を正確に、客観的に把握することができないので、化学分析も必要である。特に窒素は、樹体生長、収量、品質、熟期に大きく影響するのでチェックが必要である。落葉果樹では、SPADメーターや葉色見本により、簡易に窒素栄養状態を推測できる。さらに正確に窒素栄養状態をリアルタイムで診断する方法としては、杉山ら(2005)が7~9月に葉柄液汁中の硝酸イオン濃度を現場で測定する方法を確立している。この方法は常緑果樹においても適用可能である。しかし基準データは、化学窒素肥料を施用した果樹園でのものであるため、有機栽培に直接適用することはできないが、今後、有機栽培におけるデータ蓄積により、適切な基準値が示されることが期待される。

常緑果樹では、SPADメーターによる窒素養分診断は精度が低い。宮本(2012)は、可搬型近赤外分光器を用いて、簡易・迅速に温州ミカンの窒素栄養診断が行えるとしている。宮本によれば、高品質な早生温州ミカンを連年生産するには、7~9月の生育期の葉中ケルダール窒素含量は2.7~2.9%、CNコーダー窒素含量は2.9~3.1%が適当であり、ケルダール窒素は10~11月に若干低

表 I - 11 二十世紀ナシにおける観察事例（浦木1983）

4月には萌芽期の力の判断を行い、紅色の葉が勢いよく出ていることは、葉も大型化する可能性をもち、同時に発育枝の伸長も旺盛になるとしている。芽頭、子持ち花は果そう葉の葉数を決定する要素で、葉数の多くなるのが好まれる。5～7月にかけては果そう葉に集中し、葉色はさえた緑で、葉は大きいことよりも枚数の多いこと、厚さは厚いこと、形は丸形に近い肩の張った形が良い。葉の波打ち具合を「よれ」と呼び、これが多い時は窒素肥効の変化が過大であるが、ある程度は必要と判断されている。葉の周辺部にある鋸歯の状態は最も重要な項目として観察され、はっきりと立っていると根の活動が旺盛で、寝ていると根に障害があると判断される。6、7月には発育枝の着葉数、大きさの変化、副葉の出かた、太さの変化、止葉の状態が追加して観察され、8月の二次伸長と共に樹勢や肥効の状態の判断に利用される。9月は果実の選果規格による判断のほか、形状や果梗の太さも注意される。10～11月には葉柄の着色状況が貯蔵養分の多少との関係で観察され、落葉が早期のものは樹勢衰弱、遅いものは窒素過多と考えられている。

○篤農家の二十世紀ナシ観察事項

時期	観察項目
4月	葉色（紅）、毛茸、芽頭、子持ち花、果台、葉柄の長さ、展葉の早晚
5月	葉色、葉の大きさ、厚さ、肩張り、よれ、数、角度、鋸葉、副芽、葉柄の形
7月	葉色、葉の大きさ、厚さ、肩張り、よれ、数、角度、鋸葉、落葉、徒長枝止まり、徒長枝長さ、徒長枝太さ、異常葉、さび
8月	樹冠面積、成園率、発育枝数、二次伸長、被袋数、落葉、果実の肥大
9月	果実（玉太り、形状、外観、熟度、秀率、糖度、果梗）
10～11月	葉柄の紅、落葉の程度

下する場合もあるが、11月下旬～12月には2.7%以上に回復させておくのが望ましいとしている。また3～4月上旬にはケルダール窒素は2.6%以上、CNコーダー窒素は3.0%以上が必要であるとしている。可搬型近赤外分光器の測定値は、ケルダール窒素やCNコーダー窒素と高い相関を有しており、窒素供給能の高い有機質肥料を補充する際の有用な情報となる。

3. 病虫害防除対策

1) 病虫害防除の基本的考え方

(1) 病虫害の発生要因と制御の考え方

現在の日本では多くの果樹が栽培されているが、その多くは海外から導入されたものであり、元々日本やアジア近隣で原生していた樹種はごく僅かである。リンゴ、ヨーロッパブドウ、オウトウなどは、夏に乾燥し土壌の多くがアルカリ性である西アジアを原生地とする。日本は夏に雨が多いアジアモンスーン気候であり、土壌は酸性土壌が多い。多くの果樹栽培は、夏乾地帯という異なる気候のもと

で生まれた植物を取り扱うものであることを忘れてはならない。

そのため、有機果樹作を行う場合、その樹種の原生地がどこであり、その地はどのような気候帯で、どのような土壌地帯かとの情報を知ることが、栽培の難易度に影響する重要な要素である。有機果樹作においては、それぞれの果樹の生理生態を十分理解し、その特性に極力合わせた栽培方法を取り入れることが慣行栽培以上に必要になる。

ブドウの場合、高級大粒系は露地で無農薬で栽培することは病虫害発生から非常に困難であり、雨除け施設を整えるか、品種を変えざるを得ない。時にはキウイフルーツなど、より病虫害に耐性のある樹種に変えている事例もある。また、地域に向けた有機栽培向け品種を自ら育成しているような先駆者の努力もあり、現在の有機ブドウ作が成り立っているケースもある（日本葡萄愛好会2012）。

病虫害の被害が発生するには、①病原菌や害虫の存在と十分な密度、②病気にかかりやすい、また害虫が飛来しやすい植物の体質、③病原菌

に有利で植物には不利な環境、害虫が寄生する上で有利な環境の3つの条件が揃うことが必要である。①を主因、②を素因、③を誘因という。理論的にはこれら3要因の一つを除去するか、効果的に制御することができれば、病気の発生を抑えることができることになる。

慣行栽培では、化学合成農薬の使用により病原菌や害虫密度を極力ゼロにするようにする。図 I-15 でいうと、主因の輪を小さくすることで病虫害被害を発生させない。それに対して、有機栽培では主に素因と誘因をなくすことに重点を置く。つまり、作物を健全に育て、病虫害を発生させやすい環境条件をなくすよう管理する。前者は主に「(3) 健全な樹体の維持による病虫害発生の抑制」の項で、後者は主に「(4) 耕種的・物理的手段による病虫害発生の抑制」の項で触れる。もちろん化学合成農薬を使用しないで主因を出来るだけ減らすよう対策を講じることも大切であり、これら3つの要因をそれぞれ小さくしようとするのが基本的な考えとなる。さらに誘因を小さくする、病虫害を発生させやすい環境を減らすという消極的なものから、自然界の仕組みを利用し、病虫害発生を抑制しようとする積極的な対策が「(5) 生態的環境の醸成による病虫害発生の抑制」ということになる。

別の言い方をすると、有機栽培の病虫害防除対策の基本的考え方として最も重要な点は、土づくりや施肥管理など土壌肥料的要素と、栽培管理技術、そして病虫害防除を一体的に扱うことである。現代の農業では、それに携る技術者がより専門化、細分化されてしまい、土壌肥料の技術者、

研究者は病虫害のことには関心が薄く、またその逆もしかりである。有機栽培では、それぞれの要素がより密接に結びついた相互に関連する一体のものであるとして考えて事に当たることが大切である。

さらに、より良い農産物を生産する努力はこれからも積み上げなければならないが、化学合成農薬を使用しないと達成できない果実の外観品質を求めては、有機栽培を実施する意味がどこにあるのか問われることになる。自然界では全く病気や害虫が発生しないということはなく、病気や害虫も自然界の一部で一定程度はその存在を認めることが必要である。味には問題はないが、見た目が悪くなるので散布せざるを得ない農薬が果樹栽培の場合には特に多い。消費者や流通業者の外観至上主義の考え方を変え、有機農業のもつ環境保全性や省資源、健康面への懸念払拭などトータル的な効用を理解してもらうことが大切である。そのため、生産者や消費者、流通業者が園地や市場などで交流し、顔の見える関係を築くことは、実は病虫害対策としても重要な要素と言える。

(2) 慣行栽培と有機栽培での病虫害発生の違い

果樹では慣行栽培の場合でも、化学合成肥料より有機質肥料を使用することが多くなってきており、慣行栽培と有機栽培で発生する病虫害の種類が異なるということはあまりない。病虫害発生の程度は、農薬が使用できない分、有機栽培で発生量が多くなりやすいことは事実であるが、その発生状況の内容は若干異なる。

① 肥効の違いと樹体の健全性

化成肥料の使用、特に窒素肥料の効き過ぎは、葉が大型で薄型になりやすく、節間が長く、軟弱に徒長しやすくなる。すると凍害に弱く、発芽不良、花振るいが起きやすくなり、結果として病虫害の被害を受けやすくなる。このような樹体の軟弱化は、剪定技術によりある程度カバーできるが、化学合成肥料は成分濃度が高いためこのようなことが起こりやすく、有機質肥料の場合でも施用量が多過ぎれば同じことが起こる。

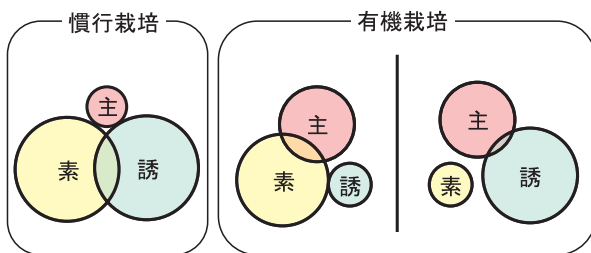


図 I-15 慣行栽培と有機栽培の病虫害防除の考え方 (阿部2009)

②生物相の多様性と化学合成農薬の関係

土壌表面管理では、慣行栽培では除草剤の使用、耕起などで草を生えさせない場合が多い。これは、雑草が病原菌や害虫の住処となるので、できるだけその住処を無くし、病原菌や害虫が越冬や定着しないようにと考えるためである。清耕栽培では確かに病原菌や害虫は減少するが、天敵昆虫や普通の虫、拮抗微生物、小動物までもが少なくなってしまう。有機栽培では耕起はあまり行わず、雑草や緑肥の草生栽培を行う場合が多い。草生栽培では天敵などが増え生物相が豊かになることで、病原菌や害虫が自然に抑制されるようになる。病気や害虫が発生しても、その被害が園内の一部分で済み拡がりにくい。しかし、このような生態系が形成され安定するには、年数がかかり、ノウハウも必要であり、農薬のようにきっちり効くというものではない。一方、化学合成農薬の使用はリサージェンスや農薬抵抗性の問題を引き起こしやすい。例えば、合成ピレスロイド剤やネオニコチノイド剤は速効性で残効も長い、殺虫スペクトラムが広い、天敵相にも影響し、ハダニ類やマメハモグリバエ、ホコログダニ、カイガラムシなどでは農薬散布で害虫がかえって多くなる「リサージェンス」が起きることがある(図 I-16)。抵抗性害虫の例では、合成ピレスロイド剤の使用でハダニ類、コナガ、アブラムシ類、ハスモンヨトウ、ハモグリバエ類など多くの害虫種で報告されている。

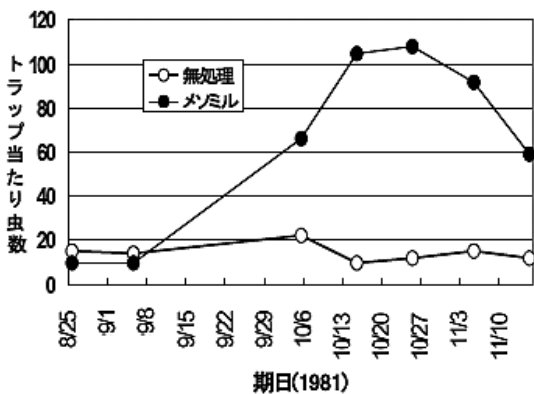


図 I-16 メソミル水和剤処理によるコナガのリサージェンス誘導 (根本、2008)

(3) 健全な樹体の維持による病害虫発生抑制

樹が健全であれば病原菌や害虫を寄せ付けないという考え方は、従来から言われてきており、有機栽培では最も重要な病害虫防除策の基本である。樹体が健全であれば、生育が良くなり、収量も上がるばかりでなく、病原菌や害虫に侵されにくくなる。そのためには、健全な土壌環境と健全な根の存在が必要である。土壌環境では、圃場の排水性と保水性をよくすること、そして養分過剰にならない施肥管理が大切である。これら土壌環境と併わせて、仕立て方や剪定法を工夫して地上部と地下部のバランスをとり、健全な細根を確保することが重要である。

①圃場の排水性と樹体の健全性

永年性で根が深く張る果樹にとって、根が健全に育つ条件として排水性の良いことは不可欠である。例えば、水田転換果樹園では停滞水がある場合が多く、根腐れの原因となりやすい。長雨などで湛水状態になると、根は表層部分でしか吸水できなくなり、葉焼けなどが起こりやすくなる。底土は湿潤なのに表層の乾燥状態を見て灌水したりすると下層土はさらに過湿になり、樹は根腐れを起こし病気や害虫に冒されやすくなる。本来、こういう場所は選ぶべきではないが、やむを得ない場合には、圃場周辺への明渠の掘削により地表水の排除能力を高めたり、暗渠排水を設置して地下水位を下げることを最優先して行う必要がある。また、樹は深植えにならないようにしたり、株元に水が溜まらないよう少し盛土をすることも有効である。

②土づくり・肥培管理と樹体の健全性

有機物は土壌の団粒構造を発達させ、土壌の物理性が改善する。有機物の表層被覆は土壌の保水性を高める。土壌の酸性度を適正化することも樹体の健全化につながり、病害被害の抑制につながる。日本の土壌の多くは酸性であり、強酸性土壌では根の生長が不良となる。カルシウムやマグネシウムの欠乏、あるいはマグネシウムの過剰障害が発生しやすくなる。酸性の改良には有機物の施用が有効であるが、有機性の石灰や貝化石などの石灰系資材の施用が必要な場合もある。温

州ミカン園で5年間カキ殻石灰を施用した園と無施用の園では、果実に対するカンキツ褐色腐敗病の発生が有意に異なり、石灰資材の施用で果実の発病が抑制された事例がある（田代2007）。

また、養分過多になると新梢などの伸長は旺盛となるが、枝は軟弱になって病害虫に被害されやすく、被害も大きくなりやすい。そこで、施肥管理を適切にし、新梢の枝止まりが適切に行われ、樹の表皮が早く硬化するようにすると、病害虫からの攻撃に耐えられる樹体になる。

③仕立て・剪定方法と樹体の健全性

喬木性果樹とつる性果樹とでは仕立て管理の工夫が異なるので注意が必要である。特にブドウの場合は、樹勢を強くせず、肥大しやすい細胞をいかに密に小さく硬くつくるかがポイントになる。必要以上に細胞を肥大させると、葉は大型になり節間が長く、軟弱に徒長し、いつまでも茎葉が伸長するため、同化養分を無駄に消費し、果房内の糖度が高まらず着色の進みが悪くなる（消費型生育）。蓄積養分の濃度が薄くなると凍害に弱く、発芽不良、花振るい、そして病害虫の被害が多くなる。一方、細胞を小さく密に硬くするように管理すると、葉は小型で厚くなり、節間は短く細くなる。新梢も短く止まり、枝や幹も太くならない。このような生育は光合成効率が高く、同化養分が無駄に使われないため、細胞内に栄養分が蓄積され、果房内の糖度が高まり着色が進み、凍害被害や花振るい、病害虫の被害が少なくなっていく（蓄積型生育）（図 I -17）。このような管理は、二倍体の品種よりも各器官の細胞が肥大しやすい特性をもつ四倍体品種でより重要となる。そのためには、冬期はかなりの弱剪定とし、夏期は更新剪定にして、強い枝は調整枝にして負け枝に切り換えていくことで小木を維持する。深耕や深溝施肥で根が太く深く伸びると、地上部も大木になりやすいため、耕起はあまり行わず、窒素分の施用は極力抑える。堆肥などの有機物は表面に散布するようにして、有効土層を浅くすることで細根群が表層に張り巡らされる。このように、剪定方法や土壌管理、施肥法などを調整して、木を大きく太くせ

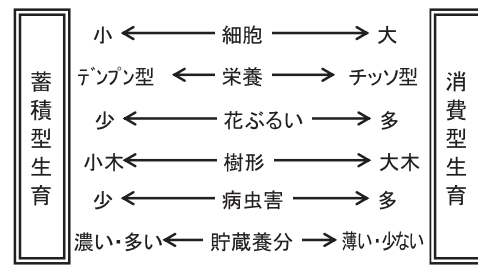


図 I -17 ブドウの生育型と樹体の特性
（鈴木1993を一部改変）

ず、小木に仕立てることが栽培の安定化に有効である。小木の目安として、5、6年目の「伊豆錦」で幹の太さは片手で握れるほどであれば、それ以降あまり太くはならないという（鈴木1993）。

④草生栽培と樹体の健全性

園地を裸地にすることなく、緑肥や雑草を生やす草生栽培は、草の根が伸びることで土壌の物理性を改善し排水性をよくすると共に、地上表面に有機物が確保されるため保水性が良くなる。さらに、施肥養分の溶脱を防ぎ（石川2010）、過剰に樹体に吸収されることの予防にもなっており、有機栽培での樹体の健全性維持に有効である。株元への有機物マルチは、ブドウやキウイフルーツではコウモリガ被害を高める懸念はあるが、ウメなどでは土壌水分ストレスを緩和し、細根活性が高まり、樹体の健全性が向上する（三宅ら2002）。

(4) 耕種的・物理的手段による病害虫発生の抑制

耕種的・物理的な手段で、園内の病原菌や害虫密度を減らしたり、樹体や果実から遮断する対策も主因を小さくする点で重要である。病害がひどい樹や枝、明らかに害虫がいる樹や枝は取り除き、焼却したり完熟堆肥化するなどして、病原菌や害虫の密度を下げる園内管理を徹底する。これは「健全な樹体の維持」や「生態的環境の醸成」による防除をやりやすくすることにもつながる。

①降雨・湿度管理・採光対策

多くの病原菌が増殖し、植物に感染する場合、湿度が大きく影響する。この湿度にまず関わるのが降雨である。雨除け栽培や施設栽培で直接雨を防ぐことは病害発生予防に極めて有効であり、

結実を安定させる。こうすることで、例えば、ミカンの黒点病やそうか病、ブドウでは黒とう病や枝膨病の発生がきわめて少なくなる。園内の湿度を抑えるには、降雨だけでなく風通しを良くし、適度な採光も有効である。具体的には、葉、枝、果実が混みすぎないような枝管理や芽かき等を行い、密植園では間伐や縮伐を行う（写真 I-2）。さらに防風樹の手入れをきちんと行う、溝きりをして排水をよくすることも園内の湿度の低下に役立つ。風通しの悪かったミカン園の防風樹を剪定するなどして改良するだけで、黒点病の発生が激減する報告もある（田代2007）。

このような風通しや採光を良くする枝葉管理は、害虫被害の抑制にもつながる。害虫は葉と葉や枝、果実が混み合っ重なっている部位でよく増殖する。粗皮の下に潜り込んでいる害虫も多いので、粗皮を除去することもよい。チャノキイロアザミウマはイヌマキで増殖しやすく、風除けのために植えられた防風樹で害虫が増殖することもある。防風樹の過繁茂に注意すると同時に、園の周囲に害虫の増殖源がないかチェックし、これらを除去することも必要である。

台風などの強風の場合は、果樹の枝が折れるとそこから病原菌が感染しやすくなる。特に枝が折れやすいキウイフルーツなどの樹種では防風対策としっかりとした誘引が必要である。



写真 I-2 葉や枝が混みすぎるとハマキムシやスリップスなど病害虫の発生が多くなる

②品種の選択による病害虫対策

落葉果樹では、樹種や品種の選択によって有機栽培の可能性を大きく左右する場合があることを既に述べたが、常緑果樹など比較的有機栽培を行いやすい樹種においても、品種の選択は病害虫防除対策として重要な手段となる。例えば、柑橘類では温州ミカンはそうか病に弱く、かいよう病に強い。中晩柑はかいよう病に弱い、そうか病はほとんど発生しない。ナシは二十世紀が黒班病にきわめて弱い、幸水では発生しないなどがある。圃場の中でも、有機栽培が比較的難しいブドウは条件の良い圃場で栽培し、有機栽培が比較的やりやすいキウイフルーツは条件の良くない圃場で栽培するなど、樹種の難易度に応じて、栽培する圃場を選択することで、全体として病害虫被害の軽減することも実際行われている。

③袋や障壁による病原菌や害虫の侵入防止

物理的な手段としては、袋や障壁によって病原菌や害虫の侵入を防いだり、光反射資材によって害虫の行動を制御することなどにより、被害の回避や軽減化が図られている。袋掛けは、ブドウ、ナシ、モモ、リンゴ、ビワなどで行われるが、ブドウでは裂果防止やスリップスなどによるサビ果防止の効果も高いなど、多くの病原菌の侵入や害虫の加害を防ぐことができる。しかし、着色不良や糖度低下の原因となる場合があるので注意する。

袋掛けのスケールを大きくしたのが、ネット資材の設置である。害虫の大きさに応じた目のネットをハウスの周りに張って、カメムシ類やスリップス類の侵入を防ぐことができる。露地栽培でもそう広くない面積であれば、カメムシやヤガ対策の網掛けは適用可能であり、苗木を植えたばかりの際はすぐに寒冷紗で全体を覆えば、生育初期の害虫被害を抑えることができる。

④光・色等の波長による忌避やフェロモンによる交信攪乱

害虫の行動制御としては、ハウス内へのスリップス類の侵入を防ぐために紫外線除去フィルムを張ったり、ハウスの周囲に光反射シートを設置したりする。露地栽培においても園内に黄色蛍光灯を

設置したり、光反射シートの設置や、白塗剤を枝幹に塗布することでチャノキイロアザミウマの被害が回避できる。オンシツコナや黄色ジラミやアブラムシは黄色に、スリップス類は青色や黄色に集まる習性がある。これを使用したリボン状の粘着シートがある。ビニールハウスなどでは青色は1㎡に1本、黄色は5㎡に1本の割合で吊るしておく、生育初期の防除に有効であると同時に、発生密度や発生時期の予測が可能となる。シンクイムシ類やハマキムシ類、スカシバ類等に対しては、交信攪乱フェロモン剤による交尾阻害で次世代の個体数を減少させる方法がある。これにより産卵数が激減し、被害が軽減される。

⑤捕殺

物理的防除として、捕殺も効果的な場面が多い。アメリカシロヒトリ、マツカレハ、チャドクガの卵は数百個が一塊で産卵され、孵化した後も幼虫はしばらくの間、集団で寄生する。一塊になっている間にその葉や枝を取り除いてしまえば効率的に被害は防げる。また、アブラムシなどは多数寄生している葉や芽を摘除することもその後の増殖速度を少しでも遅らせる効果がある。葉を巻いたり閉じたりして食害するハマキムシ類は、葉を端から順に指で押さえて圧殺できる。捕殺でのポイントは日頃から樹の様子をよく観察することである。但し、ケムシ類には毒を有するものがあり、毛が皮膚に触れただけで腫れることもあり、十分に注意する。

⑥生物農薬

生物農薬は、元々自然界で害虫や病気を抑制している天敵などの仕組みの中から、その働きを農薬的に使用できるようにした生物防除資材である。果樹用にはハダニに対するカブリダニ類、ゴマダラカミキリに対するボーマリア菌、灰色かび病に対するバチルス菌などがある。農薬といっても生物を使用しているので安全性が高く、使用条件を守れば一定の効果があり、有機栽培では数少ない防除効果を計算できる資材である。詳細な情報は、次項3)で紹介する「有機JAS規格で果樹に使用が許容されている農薬一覧表」を参照されたい。

(5) 生態的環境の醸成による病虫害発生抑制

ある害虫に対し化学合成農薬を散布すると、害虫だけでなくその害虫を捕食する天敵までも殺し、結果としてかえって多くの害虫が発生し被害が大きくなってしまいうりさげ現象のことは既に述べた。これに対して、自然の中ではある種の植物が病気や虫の被害で全滅するという事はまず起きない。それは、自然の生態系では微生物や虫、小動物などがお互いのバランスを取り合い、一定の状態に保とうとする恒常性機能を有しているからと言われている。果樹栽培を含めた作物栽培は、人間が収穫物を得るため行う生産活動であるため、自然の山林で営まれている状況と全く同じわけではない。しかし、有機栽培ではこの自然界がもつバランスを保とうとする生態的制御能力を園地でできるだけ再現し、病虫害の発生を抑制しようと工夫することが重要である。

①生態的環境の醸成と害虫制御

この生態的環境の醸成は、園地の土壌表面管理方法によるところが大きい。慣行栽培では雑草は養分を果樹から奪うもの、病原菌や害虫の住処になる所と認識され、耕起や除草剤により草を生えさせない清耕管理が行われることが多い。草を生えなくし土ばかりにすると、確かに病原菌や害虫は少なくなるが、天敵類や拮抗菌、ミズなどの小動物も少なくなってしまう。一方、下草を刈り取らず、耕起を行わない草生栽培は果樹の有機栽培で採用されることが多い。雑草草生栽培を行うことで、機械で深耕することなしに、根の力で耕すことができ、縦方向の水の動きができ、排水性が向上する。また、草や根が常時土壌上層にあることで保水性が維持され、乾燥防止になる。雑草が茂ることで、害虫の住処になるがクモやカエル、テントウムシなど天敵の住処にもなり、これら天敵も増える。生物相が豊かになることで、害虫を含めてある種の生物が極端に蔓延することはなくなる。例えば、カンキツ栽培園では農薬散布が少なくなることでクモ類、テントウムシ類、カブリダニ類等の個体数が多くなり(表I-12)、温州ミカン園ではナギナタガヤの草生がハダニ類の天敵であ

るミヤコカブリダニの生息場となる（片山ら2007）。ウメとカキ樹園地では耕起・無被覆条件に比べ、不耕起で刈草や作物残渣による被覆、不耕起・雑草草生、不耕起・クローバ草生などの不耕起・被覆草生栽培条件で、土壤動物の個体数と種類が増加する（表 I-13）など、草生果樹園では、防風樹を含めて豊富な天敵相が維持されており、果樹園への天敵の供給源としての利用が考えられている（井上ら1991）。

②生態的環境の醸成と発病制御

病害抑止に対する生物多様性の影響については果樹での研究例はあまりないが、緑肥草生との関連で、寒地型イネ科牧草であるケンタッキーブルーグラスなどイネ科牧草の導入が紋羽病の抑制に期待できる（松村ら2010）。他の作物や野菜類では幾つかの報告があり、ハウレンソウの根面糸

状菌が多様であるほど、ハウレンソウ根腐病の発生が低くなること、自然農法のジャガイモ根面は慣行栽培に比べて好気性細菌や糸状菌の多様性が高く、リゾクトニア菌への抗菌活性が高い菌株が多いこと（田淵ら2000）、発病抑止型土壤で栽培されたトマト根面は微生物の多様性が高く、発病型土壤に比べトマト青枯病にかかりにくいこと（Nishiyamaら1999）などが報告されており、果樹栽培においても微生物の多様性が病害抑制に関連していることは充分考えられる。土壤微生物相の多様化は特定の病原菌の著しい増幅を低減すると共に、草生に共生する根粒菌の窒素固定や菌根菌によるリン酸吸収促進と、これら共生菌による病害抑制効果も報告されている（久保田2006）。

③病害虫対策における草生栽培の注意点

草生栽培では、ナミハダニやカンザワハダニなどのハダニ類、ワタアブラムシやモモアカアブラムシなどのアブラムシ類が下草を越冬場所や増殖場所として利用し、樹上へ移動することで問題になりやすいことが指摘される（駒崎1996）。実際の有機栽培では指摘されるほどの被害はみられないが、除草によって雑草に生息していたこれらの害虫が果樹へ移動し被害をもたらすことがあるため、草刈は全部を一気に深刈りをせず、刈り高5～10cm程度の高刈りにしたり、筋上に一部草を残す部分草生など、生物相が急変しない工夫が必要である。

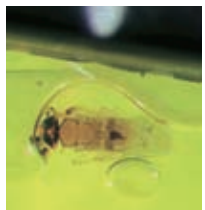
表 I-12 防除体系の異なるカンキツ栽培園での主な生物種と捕獲(確認)数 (崎山ら2012)

生物種	調査方法	捕獲(確認)数						
		西予市明浜町			松山市			
		慣行	減農薬	有機	慣行①	慣行②	減農薬	有機
クモ類	見取り(樹上)	51	40	467	40	287	419	1808
テントウムシ類	黄色粘着	9	3	19	1	5	13	16
コバチ類	黄色粘着	86	129	201	230	215	309	295
ハネカクシ類	ビットフォール	9	196	39	18	15	24	36
シテムシ類	ビットフォール	0	17	2	3	0	12	4
クモ類	ビットフォール	77	88	286	34	76	64	97
ダンゴムシ類	ビットフォール	12	1388	6981	182	15	474	426

※平成20年5～10月間の2回/月調査の総数(松山:計12回、明浜:計11回)



クモ類(ジョロウグモ科)



コバチ類(トビコバチ科)



テントウムシ類(ナミテントウ)



ハネカクシ類

表 I-13 被覆及び耕耘法の相違が主な大型土壤動物の個体数へ及ぼす影響 (山岸ら1996)

処 理	個体数/m ²							
	肉食性		雑食性		腐食性			その他
	クモ類	ムカデ類	甲虫類	アリ類	ヤスデ類	ワラジムシ類	ミミズ類	
無被覆・耕起	3 ± 1	0	1 ± 1	13 ± 6	0	0	0	3 ± 1
被覆・不耕起	49 ± 7	45 ± 35	120 ± 24	896 ± 284	100 ± 87	39 ± 3	32 ± 2	140 ± 10
多被覆・耕起	15 ± 4	5 ± 3	37 ± 12	91 ± 42	3 ± 2	0	3 ± 3	32 ± 14
多被覆・不耕起	63 ± 7	19 ± 5	132 ± 13	607 ± 94	34 ± 9	80 ± 21	205 ± 106	71 ± 5
隣接雑木林	73 ± 22	46 ± 15	175 ± 32	700 ± 100	119 ± 32	128 ± 41	32 ± 2	184 ± 52

被覆物を含む、地表下1cm部分の土壤を供試した。平均値±S.E.

被覆: 樹間栽培作物(イネ科、マメ科)・雑草を刈敷いた。無被覆: 植物残渣を耕起時に鋤き込んだ。

多被覆: さらに林床有機物を毎年12月に300kg/10a投入した。耕起は深さ15cm、果樹栽植列約60cm分を除く位置を行った。

また、雑草を放任すると永年性の強害雑草がはびこることもあるので、樹種の生理・生態に合わせて適宜草刈や草抜きなどの管理を行うことが基本である。

2) 有機JAS規格での農産物表示と留意点

(1) 有機JAS規格での有機農産物の取扱

2000年に有機農産物のJAS規格及び有機農産物加工食品のJAS規格が制定され、また、2001年には「有機農産物」と「有機農産物加工食品」が規制の対象である指定農林物資に指定され、有機JAS規格を満たすものとして、認定事業者により格付(注¹)の表示(有機JASマーク)が付されたものでなければ、「有機農産物」の表示ができなくなった(図I-18)。この格付の表示を行うには、農林水産大臣が登録した登録認定機関からの認定を受ける必要がある(図I-19)。

なお、2005年には有機畜産物と有機飼料のJAS規格が制定されると共に、有機農産物加工食品のJAS規格に有機畜産物加工食品が追加され、有機加工食品のJAS規格に改正された。

有機JAS制度の内容は、農林水産省消費・安全局のホームページに、有機JAS制度の規定や種々の解説資料が多数掲載されており、また、有機JAS認定を受けるために必要な手続は同消費・安全局のホームページの資料のほか、有機JAS

の各登録認定機関のホームページでも、より具体的な解説がされているので参考にされたい。

(2) 果実の有機JAS表示上の判断基準

有機JAS規格では、有機農産物の生産の原則が定められている。その原則は、農業の自然循環機能の維持増進を図るため、化学的に合成された肥料及び農薬の使用を避けることを基本として、土壌の性質に由来する農地の生産力を発揮させるとともに、農業生産に由来する環境への負荷をできる限り低減した栽培管理方法を採用したほ場において生産されることである。

このことを担保させるため、有機JAS規格では、有機農産物の「生産の方法についての基準」がこと細かに定められている。有機農産物の生産方法として遵守すべき基準としては、生産を行うほ場に関わる基準をはじめ、播種(植付け)から出荷までの全ての段階について基準が定められている。

果樹は1年生作物と違い、JAS規格での「ほ場の条件」が新植と既成園からの転換など幾つかのケースがあるため、有機栽培開始と収穫、有機農産物表示の関係を解説した。

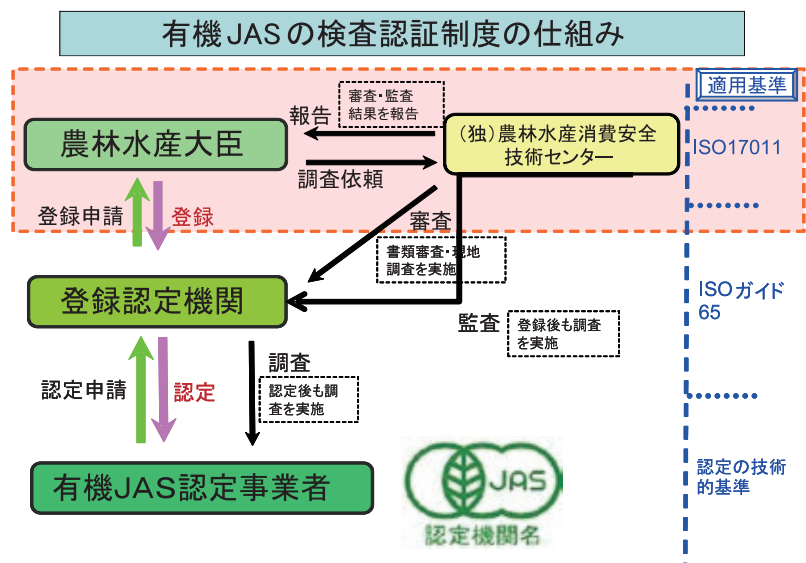
①有機JAS規格による「ほ場の条件」

有機栽培を行うほ場については、有機農業のほ場と非有機栽培のほ場が区分されていることが



図I-18 有機JASマーク

注¹: 生産された農産物の生産行程が有機JAS規格に適合していることをもって、それが有機農産物であると確認すること。



図I-19 有機食品の検査認証制度の仕組み

資料: 農林水産省消費・安全局資料より転載

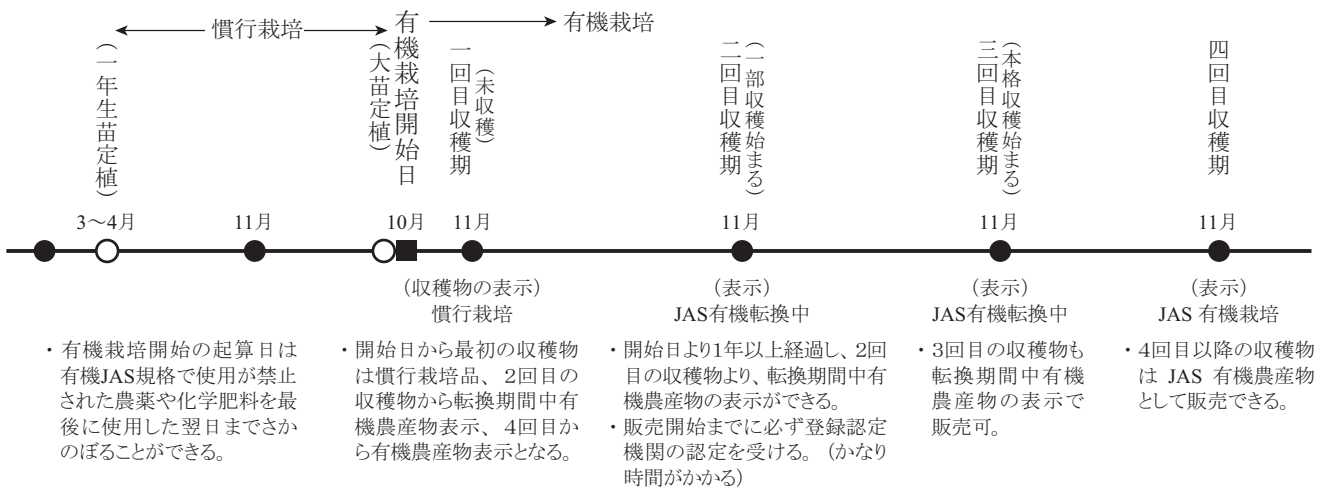
必要である。基準では、周辺からの使用禁止資材が飛来したり、流入しないように必要な措置を講じていることが必要とされている。さらに、転換開始から、は種又は植付けまでに、2年以上経過していることが必要とされている。但し、多年生の植物から収穫される農産物にあっては、収穫までに3年以上経過していることが必要であるとされている。また、転換期間中のほ場は、転換開始後最初の収穫前1年以上の間、有機農産物を生産する条件と同等の条件保持下において栽培されることが必要であるとされている。

②有機栽培への転換方法と表示の判断基準

果実の有機JASによる農産物表示に当たって

は、果樹の有機栽培への転換にいろいろなタイプがあるので注意する必要がある。例えば、新規に開園して有機栽培を開始する場合や、慣行園地を皆伐して有機栽培を始める場合、慣行栽培から有機栽培に転換する場合もあるので、有機栽培開始日や収穫日の経過年数の見方について混乱がある。果樹における有機栽培開始の起算日は、収穫の終わった日ではなく、使用禁止資材使用を中止した時点からとされている。そこで、有機JASによる表示の際に判断の混乱が起きないように、有機栽培への転換過程を「新規園及び皆伐改植園」と「既成園からの転換」のタイプに分けて図I-20に示した。

①新規開園及び皆伐改植園の場合



②既成園(慣行栽培)を有機栽培に転換する場合

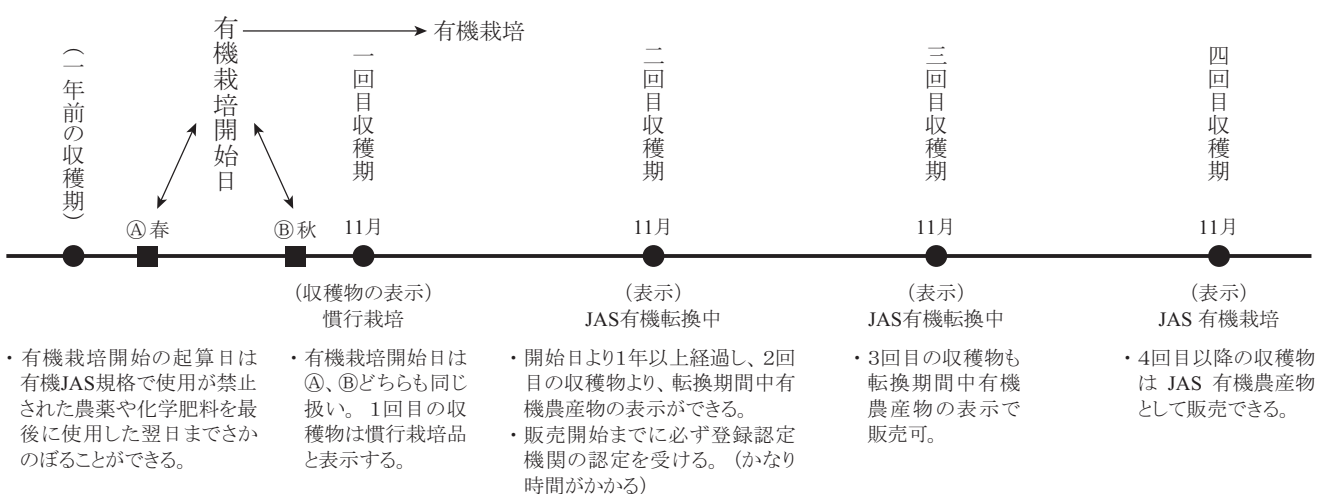


図 I - 20 有機JAS規格による果樹の有機栽培開始と収穫、表示の関係 (温州ミカンの場合で例示)

凡例：● 収穫時期、○ 苗定植期、■ 有機栽培開始期

この考え方は全ての果樹に当てはまるが、イメージがしやすいように、苗木の植付け時期と収穫時期は温州ミカンの例で時期を示したので、他の果樹の場合にも応用してほしい。

3) 有機JAS規格で果樹に使用が許容されている農薬

(1) 有機JAS規格許容農薬を使用する際の前提

有機JAS規格「別表2」で定められた有機栽培の肥培管理において許容される農薬の使用は、有機JAS規格の本則に記載されている以下のような内容を遵守した上で使用することが必要とされているので、留意しておく必要がある。

[JAS規格第4条 有害動植物の防除]

耕種的防除（カッコ内省略）、物理的防除（略）、生物的防除（略）又はこれらを適切に組み合わせた方法のみにより有害動植物の防除を行うこと。ただし、農産物に重大な損害が生ずる危険が急迫している場合であって、耕種的防除、物理的防除、生物的防除又はこれらを適切に組み合わせた方法のみによってはほ場における有害動植物を効果的に防除することができない場合にあつては、別表2の農薬（組換えDNA技術を用いて製造されたものを除く。以下同じ。）に限り使用することができる。

なお、上記「JAS規格第4条」で示されている各種防除法は、総論的には前項の「1) 病虫害防除の基本的考え方」の中で、作物別の具体的な内容は、例えば次章の「II.温州ミカンの4.10) (1)」で詳しく述べているので参照されたい。

(2) 有機JAS規格「別表2」で果樹に使用が許容されている農薬

有機栽培を行っている中で、やむを得ず有機JAS規格「別表2」の農薬を使用する場合は、あくまで農薬取締法に準拠した使用が要求される。つまりこの「別表2」に記載されている農薬以外は使うことができないが、農業現場においては、具

体的にどういう農薬が、どの作物に、どのような要件の下で使用できるかどうか悩むことが多い。現状では、農薬を利用するに当たって、生産者がいちいち農薬の資材メーカーに一定の要件を満たしているかどうかを確認する必要があり（一部の登録認定機関では、有機JASで利用可能な資材情報を提供しているところもある）、生産者が該当する候補の資材名にまで接近することも大変な状況にある。

そこで、今回の指導書で対象とした果樹の有機栽培において、一定の要件の下に使用が許容されている主な農薬について、農業者などが利用しやすいように、農薬取締法で規定されている使用要件や実際に利用する際の便を考え、可能な限り使用が適切に行なえるように、樹種別、病虫害別に、使用方法もある程度分かるような形で整理して一覧表の形で提示した。対象作物が果樹となっている農薬は、果樹の各樹種での使用が可能であるのに対して、ブドウなど特定の作物の名前になっている農薬は、当該作物にのみ使用が許容されるということであるので、注意が必要である。

但し、表示した農薬は全てをカバーしたものではありませんこと、個々の製品の製造方法まで確認したものではないことに加え、農薬は常に新たに登録されたり、諸般の事情で失効することもあるので、これらの資料は、あくまでも第一次的な情報源として捉え、常に最新の情報を把握しつつ、製造メーカーに対して有機JAS適合農薬の基準に合致しているかについての確認が必要であるので、特に注意を喚起しておきたい。

なお、平成23年度には、農林水産省消費・安全局が、有機JAS適合資材を製品名ベースで明らかにする事業を行い、24年度に評価が終了したのについては、ホームページ上で公開しているので参考にされたい（但し、農薬についてはごく限定されたものになっている）。

なお、次頁の資料は、有機栽培農家からの資材情報に対する意向を踏まえ、ルーラル図書館や各資材メーカーのホームページを参考にして作成したものである。

有機JAS規格「別表2」に関連して果樹に使用が許容されている農薬一覧

(一財) 日本土壌協会調べ

平成25年2月現在

(1) 殺菌剤

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項				
果樹類 (りんごを除く)	根頭がんしゅ病	バクテロース	20		移植時 又は定植時		苗の根部を希釈液に1時間浸漬	生物農薬	・清潔な容器を使用し、他の農薬や肥料は混用しない。 ・塩素を含まない水で希釈する。水道水を使用する場合は、一日以上汲み置きしたのを使用する。				
かんきつ	かいよう病	ポテガード DF	1,000		—	—	散布	無機銅剤	・無機銅剤共通の留意事項として、薬害(スターメラノーズ)の発生を防止するために炭酸カルシウム剤(200倍)を加用する。特に果実の着生時期の散布では厳守する。				
		コサイドDF	1000	200~700	発芽前				・粉立ち軽減剤。ボルドー液と混用できない。殺虫剤との混用は可。				
			1000~2000										
		コサイドボルドー	500	200~700	発芽前				・広範囲の病害に有効。 ・ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可。				
		コサイド3000	1000						生育期	・粉立ち軽減剤。ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可。散布液の跡が残りにくい。			
		Zボルドー	1000		—					—	—		
	500~1000												
	ドイツボルドーA	1000~2000	—	—	—	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。							
	かいよう病 黒点病 褐色腐敗病	コサイドDF	2000	200~700	—	—	散布	無機銅剤	・粉立ち軽減剤。ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可。				
	かいよう病 黄斑病 黄斑症 黒点病	コサイドボルドー	2000						—	—	散布	無機銅剤	・広範囲の病害に有効。 ・ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可能
	黒点病 褐色腐敗病	コサイド3000											2000
	かいよう病 黒点病	ICボルドー412	50	200~700	—	—	散布	無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機リン剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は薬害を発生する場合があるので注意する。				
	黄斑病	Zボルドー	600						—	—	散布	無機銅剤	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。
そうか病	400~500												
黒点病	ドイツボルドーA	400~800											
みかん	そうか病 黒点病 かいよう病 ハダニ類	石灰硫黄合剤	80~200		夏期	—	散布	無機硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。				
	腐らん病 うどんこ病 モニリア病 黒星病	石灰硫黄合剤	10 40~140 60~140 7		休眠期 — 開花期 — 発芽前	—	散布	無機硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。				
りんご	斑点落葉病 すす点病 すす斑病 輪紋病 褐斑病	コサイドDF	1000	200~700	—	—	散布	無機銅剤	・無機銅剤共通の留意事項として、薬害(スターメラノーズ)の発生を防止するために炭酸カルシウム剤(200倍)を加用する。 ・粉立ち軽減剤。ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可。				
	斑点落葉病	コサイドボルドー											
	斑点落葉病 すす点病 すす斑病 輪紋病 褐斑病	コサイド3000	2000										
	すす点病 すす斑病	Zボルドー	500	200~700	—	—	散布	無機銅剤	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。				
	根頭 がんしゅ病	バクテロース	20						移植・定植時 挿し木時	—	苗の根部を希釈液に1時間浸漬 挿し木基部を希釈液に10~60分浸漬	天然由来物質	・清潔な容器を使用し、他の農薬や肥料は混用しない。 ・塩素を含まない水で希釈する。水道水を使用する場合は、一日以上汲み置きしたのを使用する。

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用 回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
うめ	縮葉病 胴枯病 黒星病	石灰硫黄合剤	8		発芽前	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	かいよう病	Zボルドー	500	200～700	葉芽発芽前まで			無機銅剤	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。 ・かんきつ使用では、炭酸カルシウム水和剤(200倍)を可用する。
なし	黒星病	石灰硫黄合剤	7		発芽前	—	—	無機硫黄剤	・強アルカリ性なので分解しやすい薬剤(有機りん剤など)との混用は避ける。 ・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	輪紋病	ICボルドー412	30	200～700	—			無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は葉害を発生する場合がありますので注意する。
くり	芽枯病	石灰硫黄合剤	20～40		発芽前	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	実炭疽病 斑点病(シュード サーコスボラ菌)	ドイツボルドーA	500 800	200～700	果実肥大期 発病初期	—		無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は葉害を発生する場合がありますので注意する。
かき	黒星病	石灰硫黄合剤	100		—	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	うどんこ病								
	落葉病	ICボルドー412 Zボルドー	50 500～800	200～700	—	—		無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は葉害を発生する場合がありますので注意する。 ・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。
かき(葉)		ICボルドー412	50					・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は葉害を発生する場合がありますので注意する。	
あんず	ふくろみ病	石灰硫黄合剤	140	200～700	—	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	かいよう病	ICボルドー412	30					無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は葉害を発生する場合がありますので注意する。
すもも	ふくろみ病	石灰硫黄合剤	140		—	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
	かいよう病 黒斑病	ICボルドー412	30	200～700				無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機りん剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・葉害を生じる恐れがあるので、開花後から8月末までは使用しない。
	黒斑病	Zボルドー	500		休眠期				・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。
すぐり	うどんこ病	石灰硫黄合剤	80～140		—	—	散布	無機 硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。
いちじく	疫病	Zボルドー	1000	200～700	—	—	散布	無機銅剤	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。 ・日照不足、多雨などの気象条件では葉害を生ずる恐れがあるので、使用は避ける。
		コサイドボルドー	1000～2000						・水産動植物(魚類・甲殻類・藻類)に強い影響を及ぼす恐れがあるので、河川、湖沼及び海域等に飛散、流入しないよう注意して使用する。養殖池周辺での使用は避ける。

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用 回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項	
びわ	がんしゅ病	コサイドDF	1000		—		散布	無機銅剤	・水産動植物(魚類・甲殻類・藻類)に強い影響を及ぼす恐れがあるので、河川、湖沼及び海域等に飛散、流入しないよう注意して使用すること。養殖池周辺での使用は避けること。	
		コサイドボルドー								
		コサイド3000								
		Zボルドー	500							
びわ(業)	がんしゅ病	コサイドDF	1000	200～700	—	—	散布	無機銅剤		
		コサイド3000								
おうとう	褐色せん孔病	コサイド3000	2000	200～700	収穫後	—	散布	無機銅剤	・薬害を生ずるおそれがあるので、必ず炭酸カルシウム水和剤を加用する。	
	せん孔病	コサイドDF	1000	200～700	収穫後 (6～8月)	—			・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。 ・果実に汚れを生ずるので、着色期～収穫までは使用しない。	
		Zボルドー	500		—				・薬害を生ずるおそれがあるので、必ず炭酸カルシウム水和剤を加用する。	
		コサイドボルドー	1000		収穫後 (6～8月)					
ネクタリン	せん孔細菌病	コサイドDF	500	200～700	開花前まで	—	散布	無機銅剤	・収穫後の散布では薬害が生ずるおそれがあるので、必ず炭酸カルシウム水和剤を加用する。	
			1000		収穫後から 落葉まで				・収穫後の散布では薬害を生じるおそれがあるので、必ず炭酸カルシウム水和剤を加用すること。	
		コサイド3000	1000		開花前まで				—	・石灰硫黄合剤、有機リン剤、マシン油乳剤等と混用しない。 ・高温時の散布は薬害を発生する場合がありますので注意する。
			2000		収穫後から 落葉まで					
		ICボルドー412	30		—				休眠期	・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。 ・薬害を生ずる恐れがあるので、開花後から8月末までは使用しない。
		Zボルドー	500							
もも	せん孔細菌病	コサイドDF	500	200～700	開花前まで	—	散布	無機銅剤	・使用時期が遅くなると薬害を生ずるおそれがあるので、使用時期を厳守するとともに、発芽期以降は炭酸カルシウム水和剤を加用する。 ・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。 ・薬害を生ずる恐れがあるので、開花後から8月末までは使用しない。 ・石灰硫黄合剤等アルカリ性薬剤との混用は避ける。	
			1000		収穫後から 落葉まで					
		コサイド3000	1000		開花前まで					—
		ICボルドー412	30		—					
		Zボルドー	500		休眠期					
	縮葉病	ICボルドー412	30	200～700	—	散布	無機銅剤	・石灰硫黄合剤、有機リン剤、マシン油乳剤等と混用しない。		
	黒星病 縮葉病 胴枯病	石灰硫黄合剤	7		発芽前	散布	無機硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機リン剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。		
ぶどう	べと病 さび病	コサイドDF	1000	200～700	—	—	散布	無機銅剤	・必ず炭酸カルシウム水和剤を加用する。 ・後期(果実肥大期以降)の散布では果房の汚れが生ずるので、無袋栽培の場合この時期以降収穫までは使用しない。	
		コサイド3000	2000							
		コサイドボルドー	1000							
ぶどう	褐斑病	Zボルドー	500～800	200～700	—	—	散布	無機銅剤	・生育期散布の場合、薬害(スタメラノーズ)を生ずる場合があるので、過度の運用は避ける。 ・後期(果実肥大期以降)の散布では果房の汚れが生ずる恐れがあるので、無袋栽培ではこの時期以降収穫までは使用しない。	
	さび病									
	べと病									

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
キウイフルーツ	かいよう病	コサイドボルドー	500	200～700	収穫後～ 発芽前	-	散布	無機銅剤	広範囲の病害に有効・ボルドー液と混用できない殺虫剤との混用も可能 ・使用時期が遅くなると薬害を生ずるおそれがあるので、使用時期を厳守する。 ・発芽期以降は炭酸カルシウム水和剤を加用する。
		コサイドDF	1000						
	コサイド3000	2000	休眠期～叢生期 (新梢長約10cm)						
	Zボルドー	500							
	ドイツボルドーA	1000							
パパイヤ	軟腐病	コサイドボルドー	1000	200～700	-	-	散布	無機銅剤	・水産動植物(魚類・甲殻類・藻類)に強い影響を及ぼす恐れがあるので、河川、湖沼及び海域等に飛散、流入しないよう注意して使用すること。養殖池周辺での使用は避けること。
		コサイド3000							
ブルーベリー	灰色かび病	カリグリーン	800	200～700	収穫7日前まで	-	散布	その他	・特に発病初期の散布が効果的。

(2) 殺虫剤

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項	
果樹類	ハダニ類	石灰硫黄合剤	80～200		夏期	-	散布	無機硫黄剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。	
			20～40		冬期					
	サビダニ類		20～40		冬期					
かんきつ	ヤノネカイガラムシ	トモノール	30～45		冬期	-	散布	天然殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。 ・河川、養殖池等に飛散、流入しないように注意する。 ・高温時は、朝夕の涼しいときに使用する。	
	その他のカイガラムシ									
	サビダニ									
	ハダニ類の越冬卵									
	ヤノネカイガラムシ									
	その他のカイガラムシ									
	サビダニ									
	ハダニ類	トモノール S	60～80	200～700	12～3月	-	散布	天然殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。 ・河川、養殖池等に飛散、流入しないように注意する。 ・高温時は、朝夕の涼しいときに使用する。	
	カイガラムシ類									
	ハダニ類									
ヤノネカイガラムシ幼虫										
ハダニ類	トモノール S	100～200	200～700	夏期	-	散布	天然殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。 ・河川、養殖池等に飛散、流入しないように注意する。 ・高温時は、朝夕の涼しいときに使用する。		
ハダニ類										
みかん	カイガラムシ類 ハダニ類	石灰硫黄合剤	2000	500～700	収穫7日 前まで	2回以内	散布	生物由来 の殺虫剤	できるだけ年1回の散布とし、他の殺ダニ剤との輪番で使用。	
			2000～3000							
	ハダニ類	80～200	夏期							
みかん (温室、ガラス 室など)	ミカンハダニ	石灰硫黄合剤	60～80 (硫酸亜鉛 加用)	200g/10a	20	収穫7日 前まで	2回以内	常温煙霧	生物由来 の殺虫剤	・煙霧用として使用する場合は、専用の常温煙霧機により所定の方法で煙霧する。 ・作業はできるだけ夕刻に行い、作業終了後6時間以上密閉する。
			2000							
落葉果樹 (なし、りんご、かき、もも)	カイガラムシ	トモノール	16～24		-	-	散布	天然殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。 ・河川、養殖池等に飛散、流入しないように注意すること。 ・高温時は、朝夕の涼しいときに使用する。	
	サビダニ									
	ハダニ類及びその越冬卵									
落葉果樹	カイガラムシ類	石灰硫黄合剤	12～14		-	-	散布	石灰硫黄合剤	・銅製剤、マシン油乳剤、ボルドー液や有機りん剤などのアルカリ性の農薬とは混用しない。 ・高温時期は、早朝か夕刻に散布する。	
	カイガラムシ類 ハダニ類 越冬病害虫		7～10							発芽前

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たりL)	使用時期	使用 回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
りんご	ハダニ類	トモノール S	50	200～700	芽出直前直後	-	散布	天然 殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。
			100		展葉期 (発芽後2週間まで)				
			200		展葉期 (発芽後3週間まで)				
	カイガラムシ類		25～50	発芽前					
	リンゴハダニ	コロマイト水和剤	2000	400～700	収穫前日まで	1回	散布	生物由来 の殺虫剤	・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。
りんご	ハダニ類	コロマイト乳剤	1000	200～700	収穫前日まで	1回	散布	生物由来 の殺虫剤	・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。
	キンモンホソガ								
	リンゴサビダニ								
	ユキヤナギ アブラムシ								
りんご(北部日本芽生前に散布の場合)	カイガラムシ類	トモノール	30～45		-	-	散布	天然 殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。
もも	アブラムシ類	トモノール	25		発芽前	-	散布	天然 殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。
	ハダニ類 モモサビダニ	コロマイト乳剤	1000	200～700	収穫7日前まで	1回	散布	天然 殺虫剤	・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。
	ハダニ類及び越冬卵	トモノール S	25～50	発芽前	-	散布	天然 殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。	
	カイガラムシ類								
ネクタリン	ハダニ類 モモサビダニ	コロマイト乳剤	1000		収穫7日前まで	1回	散布	生物由来 の殺虫剤	・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。
	ハダニ類 及び越冬卵	トモノール S	25～50	発芽前	天然 殺虫剤			・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。	
	カイガラムシ類				生物由来 の殺虫剤			・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。	
	なし	ハダニ類	コロマイト水和剤	2000				収穫前日まで	生物由来 の殺虫剤
コロマイト乳剤			1000～ 1500						
ニセナシサビダニ		コロマイト乳剤	1000		収穫前日まで				
おうとう	カイガラムシ類	トモノール S	50	200～700	発芽前	-	散布	天然 殺虫剤	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などのアルカリ性薬剤やジチアノン剤、TPN剤などの水和剤および銅剤との混用は避ける。
すもも	カイガラムシ類	トモノール S	25～50	発芽前	-	散布			
びわ	カイガラムシ類	トモノール S	100	200～700	8～9月	-	散布		
ぶどう	ハダニ類	コロマイト水和剤	2000	15	収穫7日前まで	2回	散布	生物由来 の殺虫剤	・高温、乾燥時の散布は薬害のおそれがあるので避ける。
大粒種ぶどう (温室、ガラス 室など)	ハダニ類		150g/10a			2回以内	常温煙霧		
パパイヤ	ハダニ類		コロマイト乳剤			1000	2回以内		

(3)天敵等生物農薬

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たりL)	使用時期	使用 回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
かんきつ	アザミウマ類	スピノエース フロアブル	4000～ 6000	200～700	収穫7日前まで	2回以内	散布	生物由来 の殺虫剤	・ミツバチの巣箱にかからないようにする。 ・薬液は使い切る。
	ミカンハモグリガ								
	ナミアゲハ								
果樹類 (りんごを除く)	ハマキムシ類	トアロー 水和剤CT	500～ 1,000		発生初期 但し収 穫前日まで	-	散布	天敵	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などアルカリ性の強い濃度との混用は避ける。 ・調整液は速やかに使用する。

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍率 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用 回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
りんご	ハマキムシ類	トアロー 水和剤CT	500～ 1,000		発生初期 但し収 穫前日まで	—	散布	天敵	・石灰硫黄合剤、ボルドー液などアル カリ性の強い濃度との混用は避 ける。 ・調整液は速やかに使用する。
	ヒメシロモンドクガ	トアロー 水和剤CT	500～ 1,000		発生初期 但し収 穫前日まで	—	散布	天敵	
	ヒメボクトウ	バイオセーフ	2500万頭 (約10g)	25	幼虫発生期	—	木屑排出孔を中心 に薬液が滴るまで 散布又は樹幹注入	天敵	・散布は曇天または少雨時に行う のが望ましい。 ・薬液は使い切る。
	キンモンホソガ	スピノエース フロアブル	2000～ 3000	200～700	収穫3日前まで	3回以内	散布	生物由来 の殺虫剤	・ミツバチの巣箱にかからないよう にする。 ・薬液は使い切る。
	ハマキムシ類								
モモシクイガ	2000								
果樹類	ハダニ類	スパイカルEX		24～ 120ml/10樹 (約48～240 頭/樹)	発生初期	—	放飼	天敵	・入手後速やかに使用する。 ・ハダニ類の発生初期に放飼する。
果樹類	ハダニ類(施設栽 培)	スパイデックス		100～ 300ml/10a (チリカブリダ ニ約2000～ 6000頭)	発生初期	—	放飼	天敵	・入手後速やかに使用する。 ・ハダニ類の発生初期に放飼する。 ・地温15度以下での使用は避ける (効果薄い)。 ・曇天又は少雨時の使用が望まし い。
	コスカシバ	バイオセーフ	2500万頭 (約10g)	25	幼虫発生期		虫糞の見られる 所中心に主幹部 全体に散布		
	モモシクイガ		25000万頭 (約100g)	500～2000	夏繭が形成される 時期～羽化脱出前 まで		土壌灌注		
	カミキリムシ類	バイオリサ・カミキリ		1樹当り1本	幼虫発生期		地際に近い主幹 の分枝部分等に 架ける。		
果樹類	ミカンハダニ	スワルスキー	2.5～10ml/ 樹(約250～ 1000頭/樹)	2.5～10ml/ 樹(約250～ 1000頭/樹)	発生直前～ 発生初期	—	放飼	天敵	・1～2週間間隔で複数回放飼す る。 ・入手後速やかに使用し使い切 る。
果樹類 (施設栽培)	ミカンハダニ	スワルスキーブラ ス		1～4パック/ 樹(約250～ 1000頭/樹)		—	茎や枝等に吊り 下げて放飼	天敵	・入手後速やかに使用する。 ・ハダニ類の発生初期に放飼する。
なし	ヒメボクトウ	バイオセーフ	2500万頭 (約10g)	25	幼虫発生期	—	木屑排出孔を中心 に薬液が滴る まで散布又は樹 幹注入	天敵	・地温15度以下での使用は避ける (効果薄い)。 ・曇天又は少雨時の使用が望まし い。
もも	ミカンキイロ アザミウマ	スピノエース フロアブル	4000～ 6000	200～700	収穫3日前まで	3回以内	散布	天然由来 の殺虫剤	・ミツバチの巣箱にかからないよう にする。 ・薬液は使い切る。 ・葉裏にもかかるように散布する。
	モモハマグリガ		2000～ 6000						
	シンクイムシ類		2000～ 4000						
	リンゴコカクモン ハマキ		4000						
すもも	スモモヒメシクイ	スピノエース フロアブル	4000						
ネクタリン	シンクイムシ類	スピノエース フロアブル	2000	200～700	収穫3日前まで	2回以内	散布	天然由来 の殺虫剤	・ミツバチの巣箱にかからないよう にする。 ・薬液は使い切る。 ・葉裏にもかかるように散布する。
	ミカンキイロ アザミウマ		4000～ 6000						
	モモハマグリガ		2000～ 6000						
オリーブ	オリーブアナアキ ゾウムシ幼虫	バイオセーフ	2500万頭 (約10g)	50	発生初期	—	樹幹部に薬剤が 滴るまで散布	天敵	・地温15度以下での使用は避ける (効果薄い)。 ・曇天又は少雨時の使用が望まし い。
オリーブ(葉)	オリーブアナアキ ゾウムシ幼虫			50					
さくら	コスカシバ			25	幼虫発生期	—	虫糞の見られる 所中心に主幹部 全体に散布		
ヤシ	ヤシオオサ ゾウムシ幼虫			7500万頭 (約30g)	25	幼虫発生期	—		
マンゴー (施設栽培)	チャノキイロ アザミウマ	スワルスキー		2.5ml/樹(約 250頭/樹)	発生直前～ 発生初期	—	放飼	天敵	・入手後速やかに使用し、使い切 る。 ・1～2週間間隔で複数回放飼す る。 ・害虫の発生直前から発生初期に 最初の放飼をする。
		スワルスキー プラス		1パック/樹 (約250頭/ 樹)		—	茎や枝等に吊り 下げて放飼	天敵	・入手後速やかに使用する。 ・害虫の発生直前から発生初期に 放飼する。

(4) 性フェロモン剤

適用作物	適用病害虫	薬剤名	希釈倍数 (使用量)	使用量 (10a当たり)	使用時期	使用回数	使用方法	有機JAS 別表2で の分類	特長・留意事項
果樹類	リンゴコカクモン ハマキ	ハマキコンN		100～150本 /10a(54g/ 150本製剤)	成虫発生期間中 (春期～秋期)		本剤を 枝に巻き付け捨 てて固定する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・皮膚に付着しないように石鹸でよく 洗い流す。 ・危険物の石油製品なので火気には 十分注意する。
	ミダレカクモン ハマキ								
	リンゴモンハマキ								
	リンゴコカクモン ハマキ	コンフューザーAA		120～150本 /10a(52g/ 100本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 挟みも込みまたは 巻き付け設置 する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の知育で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)	
	リンゴモンハマキ								
	ナシヒメシクイ								
	キンモンホソガ								
モモシクイガ									
果樹類	モモシクイガ 雄成虫	シクイコン		100～150本 /10a	成虫発生初期～ 終期(5月～10月)		本剤を枝に 巻き付け固定	昆虫性フェ ロモン剤	・有効期間は通常3ヶ月。 ・ディスベンサー内の液長が4～ 5cmまで減少したら新しいシクイ コンを追加する。
	ミダレカクモン ハマキ	コンフューザーAA	150本/10a (52g/100本 製剤)	50～100本 /10a(23g/ 100本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 挟みも込みまたは 巻き付け設置 する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の知育で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)	
	ナシヒメシクイ	ナシヒメコン							
	チャノコカクモン ハマキ	コンフューザーN	150～200本 /10a(52g/ 100本製剤)						成虫発生 初期～終期
	リンゴモンハマキ								
	チャハマキ								
	モモシクイガ								
	ナシヒメシクイ	コンフューザーR	100～120本 /10a(36g/ 100本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 挟みも込みまたは 巻き付け設置 する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の知育で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)		
	リンゴコカクモン ハマキ								
	ミダレカクモン ハマキ								
	リンゴモンハマキ	コンフューザーMM	120本 /10a(55g/ 100本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 挟みも込みまたは 巻き付け設置 する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)		
	ナシヒメシクイ								
	モモシクイガ								
	リンゴコカクモン ハマキ								
	コスカシバ	スカシバコンL	40～100本 /10a(8g/100 本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 巻きつけ設置す る。	昆虫性フェ ロモン剤	・目通りの高さ(約150cm程度)で圃 場全体に均等になるように取り付 ける。周辺部は高い位置に設置す る。		
すもも	スモモ ヒメシクイ	ナシヒメコン	50～100本 /10a(23g/ 100本製剤)	200本 /10a(52g/ 100本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 挟みも込みまたは 巻き付け設置 する。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)	
		コンフューザーN							
かき	ヒメコスカシバ	スカシバコンL	40～100本 /10a(8g/100 本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 巻きつけ設置す る。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)		
さくら	コスカシバ	スカシバコンL	40～100本 /10a(8g/100 本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 巻きつけ設置す る。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)		
食用さくら(葉)	コスカシバ	スカシバコンL	40～100本 /10a(8g/100 本製剤)	成虫発生 初期～終期	ディスベンサーを 対象作物の枝に 巻きつけ設置す る。	昆虫性フェ ロモン剤	・比較的広範囲の地域で使用する ことが望ましい。 ・急傾斜地、風の強い地域では、効果 は安定しない。(設置は見合わせる)		

4) 農薬散布技術の基本的留意点

有機栽培では農薬散布の回数は慣行栽培の場合に比べて大幅に少ない。このため、1回、1回の散布が重要な意味を持つ。1回の散布でその目的を達成するためには、農薬散布についての十分な知識が必要である。農薬散布に関する基本的な留意点は以下の通りである。

- ① 農薬散布の最適時間帯は早朝～午前中の早いうちである。その理由は、風が無いこと、上昇気流が少ないこと、葉害が発生しにくいこと、そして涼しいことの4つである。風が無いこと、上昇気流が少ないことの2つは、樹体へ無駄なく薬液が付着することにつながる。昼から午後の散布では風が吹き、散布した薬液の数割、ひどい場合には半分以上が大気中に拡散する。このため、樹体の薬液付着量が少なくなり、期待したほどの効果がない、残効が短いなどの問題を生じる。さらに、無駄な飛散が多いと、散布者が薬液を浴びる量も多くなって、快適な散布ができなくなる。さらに早朝散布では、薬液の乾きが早いので葉害発生のリスクが小さいという利点がある。また、涼しいので、イライラせずにいい散布ができると共に、体力の消耗も防ぐことができる。早朝から散布するためには、前日からの準備を心がける必要がある。
- ② ボルドー液などの殺菌剤は葉表に付けるのが基本である。薬液は裏に付けるものだと思っている方が大部分であるが、黒点病、かいよう病、そうか病では葉裏への散布では十分な防除効果は得られない。これらの雨で伝染する病害の場合、葉表への薬液付着量を最大限に確保することが重要である。葉表が農薬の貯蔵タンクになっていると考えるとよい。葉裏主体の散布では、雨に農薬成分が溶け出さないのので、効果は低い。農薬が葉や果実に付いているから効果が出るのではなく、雨に農薬成分が溶け出して、葉や果実を病原菌から守ってくれるからである。雨に農薬成分を溶かし込むには、葉表に十分な量の薬液を付けておく必要がある。

- ③ 殺虫剤散布では、害虫がどこにいるのかを考えて、そこを狙い打ちして散布する。マシン油乳剤や石灰硫黄合剤、水和硫黄合剤を十分に効かそうとする時には、枝や葉裏への付着も意識していい散布を心がける。
- ④ 農薬は単用散布が基本である。他の農薬と混用すると本来の実力を発揮することはできない。但し、マシン油乳剤混用ではマシン油乳剤が固着剂的な働きをしてボルドー液などの殺菌剤の残効が長くなるので、このような配慮は必要ない。
- ⑤ 防除効果を左右するのは薬液付着量であり、薬液付着量はキリナシノズルで確保する。農薬の効果を高めるためには、樹体の薬液付着量を最大限に多くすることである。このためには、キリナシノズルを用いればよい。キリナシノズルの特徴は、噴霧した薬液が霧状になるノズルに比べて薬滴がかなり大きいので、風の影響を受けることなく、遠くまで飛んでいくことである。葉裏への薬液付着が悪そうに思えるが、葉表に当たった薬液がそこで跳ね返って葉裏へもよく付着する。初めは樹の下からあおるように上へ向かって散布し、ノズルが樹上に達したら上から下へと散布し、この動作を繰り返すことで葉表の薬液付着量が十分に確保される。樹冠内部へノズルを差し込む必要はない。外側だけからの散布で、それも少ない散布量で高い防除効果を得ることができる。これは、薬滴が大きいので樹冠内部まで薬液が到達すると共に、無駄な飛散が少なく、散布した薬液のほとんどが樹体に付着することによるものである。
- ⑥ キリナシノズルは、霧状になるノズルに比べて多くの散布薬液量が必要だと誤解されることが多いが、霧状のノズルと薬液の吐出量はほとんど変わらない。なお、キリナシノズルを使う時に最も注意すること、それはノズルの動かし方のほかに、散布圧力を高くしないことである。手元での圧力を1～1.5MPa（メガパスカル）程度にする。初めて使う人は低すぎると心配するが、キリナシノズルの特徴を發揮させるためにはこの程

度の圧力でないといけない。これ以上になると、霧が小さくなってしまい、本来の優れた特徴を生かすことができなくなってしまう。

5) 有機JAS許容農薬の効果的な使用法と留意点

農薬撒布については、慣行栽培の場合でも、昔からの習慣で漫然と行われていることもある。一方、有機栽培者にとっては、農薬の利用法や散布法などについて学習する機会がほとんどないので、とまどうことも多いとみられる。

有機JAS規格の考え方では、病害虫の被害に対し、他の防除手段がなく、どうしても必要な場合に限り特定の農薬に限っての使用を認めている。その場合、農薬の特性を理解した上で、適切な防除方法をとってはじめて農薬撒布による防除効果を上げることができるので、農薬散布に当たった基礎知識は必要である。

農薬の使用法や留意点は農薬毎に異なる面もあるが、以下では有機JAS許容農薬の中でも、多くの果樹で使われ、適用場面が比較的多い「マシン油乳剤」と「ボルドー液・銅水和剤」を対象にして解説する。また、具体的なイメージが湧くように柑橘類を想定した農薬の効果的な使用法や農薬散布上の留意点について解説する。

(1) マシン油乳剤

① カイガラムシ類に対しては、元を絶つ冬季のマシン油乳剤散布が最も効果的である。生育期の散布だけで抑えることができない場合の必須の対策になる。

この場合、60倍という高濃度散布なので、できるだけ樹に対する負担を軽くするために、不純物の少ない97%のマシン油乳剤を使用する。95%の製品もあるが、97%の製品の方が無難である。60倍よりも薄くなるとカイガラムシ類に対する効果は望めない。なお、ミカンハダニ対策だけでよかったら150倍で十分である。毎年全ての園や樹に散布する必要はなく、発生が激しい園や樹にのみ散布する。多発園や多発樹に

は十分な量をムラなく散布しておけば、2～3年は生育期散布だけの対策で十分である。但し、散布ムラのないいねいな散布が前提である。

② 1月上旬までに散布する。できなかった時は3月中旬以降に計画する。厳寒期は散布しない。冬季の散布といっても冬の間中、いつでも散布してよいと言うわけではない。マシン油乳剤を散布すると気孔が塞がり、土壤水分を吸い上げにくくなる。さらに、気温（地温）が低いと、樹自体の吸水能力も低下する。このようなことから、葉内水分が急激に減少して、激しい落葉を生じることになる。

このため、気温が低い時期、つまり1月中旬～3月上旬までの間はマシン油乳剤を散布してはいけない。また、それ以外の時期でも、雨の後の散布が望ましい。土壤の乾燥が激しい場合には灌水してから散布することも必要である。樹勢が低下している樹へは散布しない。

なお、マシン油乳剤の散布で樹に対する防寒作用が得られるという説もあるが、いつまでもその効果が持続するわけではなく、マシン油乳剤の被膜が薄くなると寒さの影響をかえってひどく受け、落葉が助長されるので注意が必要である。

③ 散布時期による効果の差はない。1月上旬までの散布と3月中旬以降の散布で効果に差はみられない。年内のうちに収穫が終わった品種では、すぐに散布しておけばその後の管理作業が楽になる。剪定が終わった後の3月中旬以降に散布すれば、散布ムラを少なくすることができる。

但し、3月中旬過ぎの散布では、1月上旬までの散布に比べて5～6月の落葉が目立つ傾向にある。これは、1月上旬までのマシン油乳剤散布による落葉は徐々に起きるのに対して、3月中旬以降の散布ではそれまでの落葉が少ないので、どうしても5～6月に目立ってしまうことによるものである。落ちる予定の葉が落ちているだけなので、心配することはない。

④ かいよう病が発生しやすい品種では、マシン

油乳剤を散布すると発生が増えるという問題があるので（図 I-21）、3月に入ってマシン油乳剤を散布する時には、かきよう病対策を念入りに実施しなければならない。マシン油乳剤散布はかきよう病の発生を助長することが明らかになっている。これは、マシン油乳剤を散布すると、雨滴の乾きが遅くなり、かきよう病の好適な発病条件が持続することによるものである。3月にマシン油乳剤を散布する場合、これらの品種では必ずかきよう病対策を実施しておく必要がある。必ず、銅剤を散布してから、マシン油乳剤を散布する。マシン油乳剤を散布して銅剤を散布しないように注意する。

- ⑤ ミカンハダニを対象とする場合、基本は落弁期散布でまず200倍、その後はミカンハダニの発生に合わせればよい。ミカンハダニに対して夏季マシン油乳剤を使う場合の希釈倍数は普通200倍で、ミカンハダニが低密度の時であれば400倍でも密度抑制効果は期待できる。そこで、ミカンハダニが発生している（目に付く）時には200倍で散布する必要があるが、葉をよく見てもミカンハダニが目につかないような場合にはわざわざ200倍で散布する必要はないということになる。樹体が吸収するマシン油乳剤の量ができるだけ少ない方が悪影響は小さいので、ミカンハダニの発生状況をよく確認して、マシン油乳剤の倍数を決める。
- ⑥ 以上が基本的な考え方であり、実際の散布に当たっては初期密度をできるだけ低くしておいて、その後の発生に応じて希釈倍数を調整する方が楽なので、最初にまず200倍で散布して、その後は発生状況に応じて希釈倍数を調整すればよい。
- ⑦ 同じマシン油乳剤でも製品によって性質が大きく違っている。これは、原料になる原油の産地や製造会社によって精製方法が違っているからである。
- ⑧ 殺菌剤の効果助長効果はハーベ

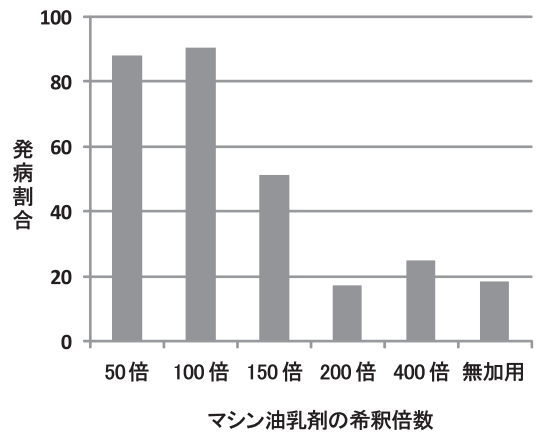


図 I-21 マシン油乳剤はかきよう病の発病を助長する（禮久ら1983）

注：マシン油乳剤に葉を浸漬して、乾いてからかきよう病菌を接種して発病割合を調べた結果。マシン油乳剤を加えない水だけの時の発病割合は18%程度で、マシン油乳剤200倍と400倍も同じくらいの発病であった。これに対して、マシン油乳剤の濃度が高まるにつれて発病が急激に増加し、150倍で約3倍、100倍と50倍では約5倍も発病していた。

ストオイル>スピンドロン乳剤>アタックオイルの順である。特にハーベストオイルで優れた効果を示す（表 I-14）。しかし、糖度への影響が少ないのはアタックオイル＝スピンドロン乳剤>ハーベストオイルの順になる（表 I-14）。

- ⑨ マシン油乳剤といっても、製品によって大きな違いがある。このため、ハーベストオイルは前半に使った方が果実品質への影響は少なくて済むということになる。しかし、雨が多いと予想されている場合には、ハーベストオイルの方が

表 I-14 極早生温州（上野）の果実成分に及ぼす各種マシン油乳剤散布の影響（田代 2007）

試験園	加用マシン油乳剤	調査樹数	調査果数	糖度	酸度
A	ハーベストオイル	14	1,712	10.4	0.9
	アタックオイル	15	1,870	10.5	0.9
	スピンドロン乳剤	13	1,786	10.5	0.9
	無加用	13	1,871	10.7	0.9
B	ハーベストオイル	12	1,169	9.8	1.1
	アタックオイル	13	1,299	10.0	1.1
	スピンドロン乳剤	13	1,264	10.0	1.1
	無加用	13	1,320	10.2	1.1
C	ハーベストオイル	12	1,181	9.5	0.9
	アタックオイル	12	1,312	9.8	0.9
	スピンドロン乳剤	12	1,275	9.7	0.9
	無加用	10	1,332	10.0	1.0

注：2006年試験、マシン油乳剤は200倍で加用、光センサーによる調査

黒点病防除に対する助長効果は期待できる。この場合、多雨によって油の成分も流されやすくなって、果実品質への影響は少なくなることが予想される。散布時期や雨の降り方を考えて、その場に最適のマシン油乳剤を選ぶことで、外観も中身も高品質な果実生産につながる。

(2) ボルドー液・銅水和剤

① 銅剤にはコサイドDF、コサイドボルドー、Zボルドー、ドイツボルドー、ICボルドー、ボルドー液などがあり、その特徴は以下の通りである。

- i. 幅広い病害、特に細菌病に効果がある。
 多くの樹種の多くの病害に対して予防効果があり、そこそこの効果を示す汎用剤である。
 カンキツでは発芽前に散布しておくことと展葉期のそうか病防除は不要になる。また本剤散布は、銅欠乏症の対策にもなる。さらに、黒点病や黄斑病、褐色腐敗病にも効果を示す。その上、本剤は有効な薬剤が少ない細菌病に効果を示すのが特徴で、カンキツのかいよう病防除では欠かすことができない。
- ii. 残効が長く、耐雨性が強い。
 雨に強く、残効が長いので、安定した効果を示す。
- iii. 植物の耐病性を強化する。
 銅水和剤には病原菌の感染阻止作用以外

に、病気に対する植物の抵抗力を増強する作用がある。これは他剤には無い性質で、散布によって植物体中に抗菌物質が生成されて発病が抑制されることが証明されている。一種の抵抗性誘導と言える。さらに、銅の補給にも役立つことから作物が健全に育ち、その結果として病害の発生が抑制されることにもつながる。

iv. 耐性発達のリスクが小さい非選択性の殺菌剤なので、耐性菌が出現するリスクが小さいという利点がある。

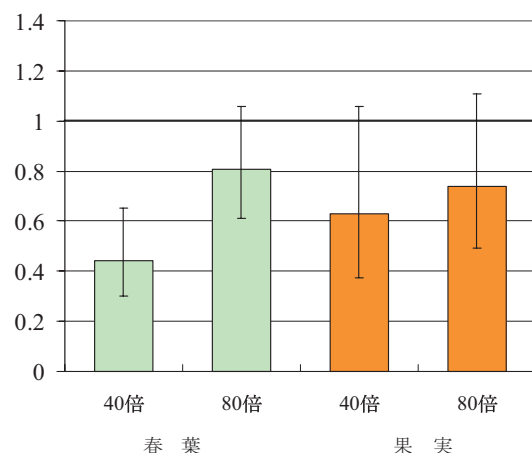


図 I - 22 ICボルドー 66Dとコサイドボルドー 2,000倍 (クレフノン 200倍加用) との効果比較 (田代 2007)

注：棒グラフの値が1.0以下であればボルドーの効果は優れており、例えば春葉の40倍はコサイドボルドー 2,000倍 (クレフノン 200倍加用) の約4割に発病が抑制されていることを示している。

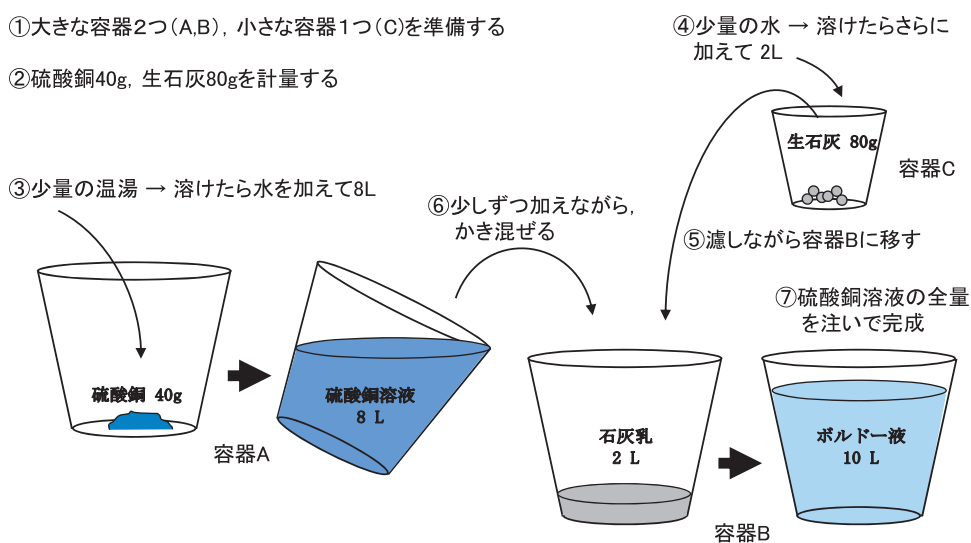


図 I - 23 調整ボルドー液の作り方

v. ナメクジ・ウスカワマイマイにも効果を示す。
ナメクジやウスカワマイマイは一旦発生すると防除は困難であるが、銅をととも嫌う性質がある。直接散布すると殺菌効果があり、樹体に散布しておけば忌避効果がある。耐雨性が強いので、長期間、効果が持続するのが特徴である。一般の銅水和剤や調製ボルドーでは、これらの貝類に対する農薬登録はないが、ICボルドーはこれらの貝類に対する登録を有している。

② 銅剤にはいくつかの弱点や問題点もあるので、使用に当たっては以下のような点に注意して利用する必要がある。

i. 発病してから散布しても効果は低い。

典型的な保護剤なので、病原菌の感染前に散布しないと効果は望めない。予防散布が鉄則である。

ii. 薬害が出やすい。

代表的な薬害として、カンキツではスターメラノーズ（星型の黒点）がある（写真 I-3）。黒点病と見分けがつきにくい、点の周りが不整形（星型）になっていることで区別できる。降雨が多いと、銅の溶け出る量が多くなって発生する。果実に発生すると商品価値が下がる。樹種によっては緑枝でスターメラノーズよりもずっと大きな黒色の盛り上がった症状になることもあるが、それで生育が抑制されるなどの実害は生じない。

iii. 汚れが目立つ。

ボルドー液などの銅剤を散布すると薬液が付着したところは青くどぎつい色になる。葉や枝だ



写真 I-3 はるみの果実に発生したスターメラノーズ
(提供：田代暢哉氏)

と問題にはならない場合が多いが、果実が汚れたままだと問題になる。

iv. サビダニ・ハダニが増加する。

銅剤を散布するとミカンサビダニは間違いなく増加し、サビダニ対策をしていない場合には大きな被害が出る。ハダニ類も増える場合が多いようである。果実表面に生息して密度抑制に働いているサビダニに寄生する細菌類を銅が抑制するのが原因ではないかと言われている。

v. 土壌中への銅の蓄積で生育が不良になる。

1年間に何回も、そして長年にわたって銅剤を使用していると、銅が土壌に蓄積して、樹種によっては生育に悪影響を与えることがある。しかし、銅剤は保護殺菌剤なので樹体から薬液が滴り落ちるほどたくさんの量を散布する必要はない。残効期間が長く、汎用性があるという特徴を生かして、使用時期を限った散布を行えば、土壌中への蓄積の問題は深刻化しないとみられる。問題があるから使わないというのではなく、どうすれば使えるのかを考えることが大切である。

6) 梅雨期の効果的な防除対策

梅雨期には長雨が続き、集中豪雨に見舞われることが多く、一年中で最も病害の発生条件に適した時期となっており、この時期に病害の多発生を招くことが多い。このため、梅雨期を乗り切るための効果的な対策について理解しておくことが重要である。

① まず、前回散布した薬剤の効果がどれくらい残っているのか（残効）を把握する。残効は散布後の累積降雨量でおおよそわかる。雨がどのくらい降ったのかは最寄りのアメダス観測点のデータでもいいが、自分の園地との距離が離れている場合には正確さに欠けるので、このような時は園地に設置した自前の雨量計を使い、散布後の累積降雨量を測る必要がある。

② 次に、週間天気予報などを利用して、この先の予想降雨日や雨量、強さなどを確認する。そして、残効が切れる頃に雨が降り続きそうなこと

が予想される場合には、残効がまだ十分にあっても雨前の作業ができる日に早めに散布する。この場合、散布後1~2日間は雨が降らないような散布日を設定するのが望ましい。

- ③ 雨に対抗して残効を確保するためには、雨前にできるだけ多くの薬量を樹体に付着させておく必要があるため、散布に当たっては特に葉表に十分な薬液を付着させる。さらに、時間にゆとりがあれば2回散布を行う。10a当たり500ℓを散布する予定であれば、まず250ℓを散布し、薬液が乾いた後にさらに残りの250ℓを散布する。2回目は最初とは逆の方向から散布すると、かけムラが改善される。1回散布に比べて歩く（走行）距離は2倍になるが、効果は確実に向上する。なお、2回散布の場合、最初に散布した薬液が乾いてから2回目を散布する。葉や果実に一度に付着できる薬液の量は決まっているので、乾かないうちに散布すると最初の薬液が落ちてしまい、上塗りの効果は期待できない。
- ④ 残効を高める固着剤としてパラフィン系展着剤であるアビオンEやマシン油乳剤を混用する。ボルドー液とアビオンEの相性はよく、付着量の増加により累積降雨量で100ミリ程度の効力延長が期待できる。
- ⑤ 残効が切れそうな（切れている）場合には、雨の切れ間を見計らって散布する。雨中散布でも効果は期待できる。
- ⑥ 濃度は登録の範囲内で、できるだけ濃くして散布する。
- ⑦ 残効がどの程度向上するのかは、どのタイミングで散布するのかによって違ってくる。効果が切れる直前よりも、ある程度は残っている時点での散布が望ましい。
- ⑧ マシン油乳剤はいったん乾いてしまえば雨に強いが、完全に乾かないうちは雨に流されやすい弱点がある。マシン油乳剤を混用する場合、散布後2~3日間は雨が降らない条件が理想的である。
- ⑨ 残効が切れてしまうと問題なので、直ちに散布する。雨の切れ間がどのくらい続くかはピンポ

イント予報でチェックする。ここで問題になるのが、どれくらいの雨の切れ間（時間）があれば散布した薬剤の効果が安定して得られるかということである。研究例はほとんどないが、これまでの試験結果からは、散布後6時間程度乾いた状態が続けば薬剤成分の流亡は少なく、十分な効果が期待できるとみられる。また、散布後1時間でも乾く時間があれば、ある程度の効果は期待できる（図I-24）。

- ⑩ 雨の切れ間散布では、散布した薬剤の残効は通常の場合と同じではない。散布後の降雨によって残効は通常の2割から4割程度短くなる（次回散布までの期待できる累積降雨量が2~4割程度少なくなる）ので、この点を考慮して次回の散布計画を立てる必要がある。
- ⑪ 雨の切れ間散布は、短時間で終わらせる必要がある。しかし、手散布の場合、いつもと同じようなかけ方では間に合わない。これに対して、短時間で散布できるスプリンクラーやスピードスプレーヤーは雨の切れ間の短時間の散布にとっても有利である。雨の切れ間に短時間で散布するためには、キリの大きなノズル、例えばキリナシプラ3頭口を使って、散布圧力を日頃よりもかなり高め（3MPa/cm² = 約30kg/cm²）にして、葉表や樹冠外周部、棚面上部を重点に手

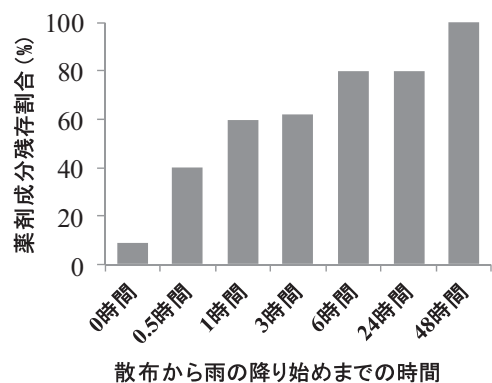


図 I-24 薬剤散布から雨の降り始めまでの時間と薬剤成分の残り具合との関係（田代2007）

注：無機銅剤を散布して所定の時間を経過した後30mm（10mm/時間×3時間）の人工降雨処理を行い、その後、成分量を分析。薬液が十分に乾燥したと考えられる48時間後に降雨処理した時の残存量を100とした場合の各時間ごとの割合を示している。

早く散布すればよい。殺菌剤だけの散布なので、葉裏にまで薬液を付着させる必要はなく、葉表に薬液を付けるだけでいいので、雑な散布でかまわない。付着ムラがあっても、成分は雨で拡散して効果を発揮する。キリの小さなノズルでは散布圧力を高くすると薬液粒子が小さくなり、空気抵抗によって遠くまで薬液が届かない。しかし、キリナシプラ3頭口では元々薬液粒子が大きいので、圧力を上げてでも空気抵抗は少なく、広い範囲に散布できる。また、圧力を上げることで時間当たり散布量が増し、所定量を短時間で散布できる。

- ⑫ キリナシプラ3頭口の他に、ピストルノズルの噴口を絞った散布やノズルをつけずにボールコックから直接、薬液を噴出させる方法も散布時間短縮に有用である。

7) 農薬散布と果実の糖度との関係

有機栽培では慣行栽培に比べて、殺菌剤や殺虫剤の使用量が大幅に少ない。このことが果実の品質にどのような影響を及ぼしているのかを知るとは、より良い品質の果実生産を行っていく上で必要である。

有機栽培者とも関連がある情報であるので、佐賀県果樹農業試験場の研究成果から紹介する。

- ① 「農薬を散布しても味に影響するなんてことはない」、あるいは「農薬を散布すると味が悪くなるに決まっている」とか、農薬散布と味との関係についてはいろいろと言われている。これまで、無農薬栽培を行うと病害虫の発生がどのように変化するかという研究は行われてきたが、農薬散布と味との関係についてはあまり注目されてこなかった。これは、調査が難しいということによるものであり、無農薬で果樹を栽培すると当然、病害虫の被害を多く受けることになり、農薬を散布して栽培した病害虫被害の少ない樹と単純に果実の味を比べることができないからである。つまり、病害虫の被害を多く受けると、いろいろの障害、例えば葉面積が小さくなったり、光合成能力が低下したりなどの障害が出てくるので、そ

れらの影響がどの程度味に影響するかということをやめ突き止めておかないと、農薬散布の影響なのか、病害虫被害の影響なのかを明らかにできないからである。

- ② この傾向は特に落葉果樹で目立つ。落葉果樹では無農薬栽培を行なうと病害虫の被害が激しく、味がどうなるどころの問題ではなく、まず収穫ができなくなってしまうことが多い。ところが、カンキツ類では今まで長年にわたって通常管理を行ってきたと、農薬の使用を止めても1～2年、特に初年目はこれといった病害虫の被害を受けることが少ないので、農薬散布と味との関係を知るにはうってつけの樹種と言える。そこで、農薬無散布条件及び一般の管理条件下で栽培した極早生温州ミカンの味について、果実糖度を指標として比較した試験例を紹介する。
- ③ 図 I-25 に示すように、農薬無散布の影響をほとんど受けない無散布初年目のデータ3例(2004年の試験1と試験2、2005年の試験3)をみると、薬剤散布を行うことによって無散布に比べて明らかに果実糖度が低下していることが分かる。その差は試験1で1.2度、試験2では1.3度、試験3では1.7度と結構大きな差で、これらの差は統計的にも有意である。栽培技術で平均糖度を1度上げることはかなり難しいが、農薬を散布しないだけのことで糖度は1.2～1.7度も上がる。これは種々の農薬散布が糖度の上昇に悪影響を与えていることを示すものと言える。元々、農薬の散布によってその程度は異なるものの、光合成の能力が1週間ほど低下することが明らかになっている。このため、生育期間に6～7回以上散布されれば、合せて2カ月、あるいはそれ以上、光合成の能力が低下することになり、その結果、糖度が無散布樹に比べて低下することは当然のことと言える。
- ④ ここで重要なことは、どのような種類の農薬を、どの時期に散布すれば糖度に悪影響を与えるのかということである。しかし、そのような研究はほとんど行われていないので、詳しいことは分っていない。このようなことが順次解明されてくると、

糖度にできるだけ影響を与えないような病害虫防除体系ができあがってくると期待される。なお、散布時期については、これまでの試験データによると7月下旬～8月中旬散布で糖度の低下が大きい傾向にあった。糖の蓄積のために光合成が最も盛んに行われる時期に薬剤散布を行うことによって、当然、糖度の上昇が妨げられていることが考えられる。カンキツ類では、この時期の薬剤散布は極力控えることが望ましいと考えられる。

- ⑤ なお、同一樹を用いて試験を継続すると、2005年の試験1、試験2のデータを見て分かるように、2年目には薬剤散布と無散布との糖度差は小さくなるか、認められなくなっている。これは最初に説明したように、初年目に薬剤無散

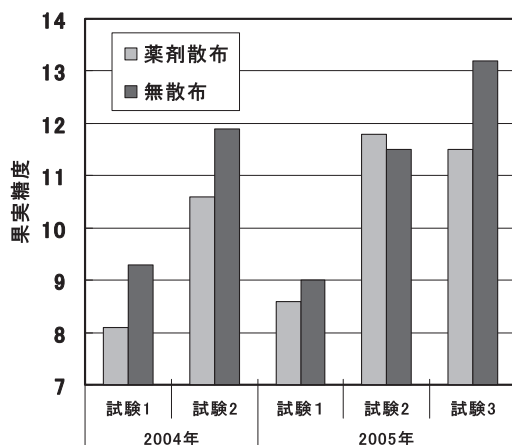


図 I-25 農薬散布が極早生温州ミカン（品種：上野早生）の果実糖度に及ぼす影響

- 試験1と試験2は同一樹を用いて2カ年連続して試験を実施、試験3は2005年のみ試験を実施、各試験ともに散布区、無散布区ともに15～17樹を用いた。
- 農薬散布：2004年；5月上旬：サーガ水和剤10倍、5月下旬：ジマンダイセン水和剤600倍、6月下旬：ジマンダイセン水和剤600倍とモスピラン水溶剤2,000倍の混用、7月上旬；エムダイファー水和剤600倍、7月下旬；キノドーフロアブル600倍、9月中旬：ジマンダイセン水和剤600倍、10月中旬：ベンレート水和剤4,000倍とベフラン液剤25 2,000倍混用
- 農薬散布；2005年；5月中旬：サーガ水和剤500倍、6月上旬；ジマンダイセン水和剤600倍とモスピラン水溶剤2,000倍の混用、7月上旬；ジマンダイセン水和剤600倍とモスピラン水溶剤2,000倍の混用、8月上旬；エムダイファー水和剤600倍、10月中旬；ベンレート水和剤4,000倍とベフラン液剤25 2,000倍混用
- 試験1は露地栽培、試験2と試験3は高畝タイバックマルチ栽培
- 果実糖度調査；10月中旬（田代2007）

布での管理だったために、種々の病害虫の被害が2年目には目立つようになり、そのために樹勢が低下し、農薬無散布であっても思ったほどの糖度の上昇が現れなかったことによると考えられる。ここで問題になるのは、どのような種類の病害虫が樹勢低下に関係しているかということであるが、薬剤無散布樹ではある種の病害虫被害が特に目立っているわけではないのに樹勢が低下している。この傾向は3年目になるとよりはっきりと認められてくる。このことから、適切な病害虫防除は樹勢の維持に必要であることが理解できる。

- ⑥ 以上の結果から言えることは、①農薬散布は果実糖度に悪影響を及ぼしている。このため、農薬無散布で栽培すると糖度は1度～2度近く上昇する、②しかし、農薬無散布2年目になると思ったほどの糖度上昇はみられず、その原因として病害虫の発生に伴う樹勢の低下が関係しているのではないかということである。
- ⑦ 以上のように、薬剤散布を行うことによって果実糖度は確実に低下し、極早生温州ミカンでは特に7月下旬～8月中旬散布の悪影響が大きい。しかし、だからといって薬剤無散布で管理していると病害虫の被害が徐々に増加して、樹勢の低下を招き、その結果、果実糖度は思ったほどは上昇しないことになる。もちろん、果実の見栄えも悪くなる。このため、適切な病害虫管理は欠かすことができない。大切なことは、果実糖度の蓄積に最も影響する時期の薬剤散布を控えることができる防除体系での病害虫管理を行うことである。

引用文献

- Masaya Nishiyama, Yoshitaka Shiomi, Sae Suzuki, Takuya Marumoto: "Suppression of growth of *Ralstonia solanacearum*, tomato bacterial wilt agent, on/in tomato seedling grown in a suppressive soil", *Soil Science and Plant Nutrition*. 45. 79-87 (1999)
- 阿部 卓、河原崎秀志、「病害虫対策」『平成21年度農政課題解決研修 有機農業普及支援研修 I 野菜における有機農業技術研修テキスト』、

- 51-75、2009
- 3) 石川 啓、「カンキツ園における土壌・施肥管理の改善による窒素利用効率向上と環境負荷軽減に関する研究」『愛媛県農林水産研究所果樹研究センター研究報告』、第2号、1-91、2010
 - 4) 井上晃一ほか、「果樹用防風樹における天敵相」『応動昆』、35、49-56、1991
 - 5) 片山晴喜・多々良明夫・土井 誠・金子修治、「土着天敵とナギナタガヤ草生栽培におけるミカンハダニの減農薬防除体系」『静岡県産業農林水産関係試験研究成果情報』、94-95、2007
 - 6) 久保田真弓、「植物とアーバスキュラー菌根菌の共生戦略と生体防御」『根の研究』、15 (3)、111-118、2006
 - 7) 駒崎進吉、「果樹の草生栽培における虫害防除の留意点」『果樹日本』、51 (7)、24-26、1996
 - 8) 崎山進二、「天敵類を指標としたカンキツ園の生物多様性の評価」『愛媛果研ニュース』、30号、平成24年8月
 - 9) 鈴木英夫、「1.「小木自然形仕立て」のすすめ」『四倍体ブドウをつくりこなす』、農文協、12-33、1993
 - 10) 田代暢哉、『だれでもできる果樹の病害虫防除ーラクして減農薬』、農文協、17-32、2007
 - 11) 田淵浩康・内藤智子・小杉明子・仁王以智夫、「栽培管理の異なるジャガイモの根部に生息する微生物相の特徴」『土と微生物』、54 (1)、41-49、2000
 - 12) 日本葡萄愛好会、『日本葡萄愛好会の半世紀 ヤマブドウ系ブドウの栽培とワイン生産の軌跡』、2012年7月
 - 13) 根本久、「天敵保護と利用について」『中日自然循環型農業新技術普及会資料』、1-4、2008
 - 14) 松村 篤・大門弘幸、「果樹園芸生産における緑肥利用と草生管理」『農業及び園芸』、85 (1)、161-168、2010
 - 15) 三宅英伸・初山 守・中山幹朗・菅井晴雄、「ウメ‘南高’の樹体養分に関する研究 (第3報) 夏秋期の土壌乾燥と樹体養分」『和歌山県農林水産総合技術センター研究報告』、3号、25-33、2001
 - 16) 山岸主門・弦間 洋、「果樹作を中心とした被覆不耕起栽培の評価 第2報 雑草植生及び土壌動物相」『農作業研究』、31 (3)、191-202、1996