



有機農業をはじめよう！  
有機農業実践講座 柑橘栽培 資料集

## 有機農業実践講座 柑橘栽培

日 時：2014年9月15日(月、祝)13時～16日(火)12時

会 場：温泉旅館「有田川温泉 鮎茶屋」(和歌山県有田市)

現地見学：和歌山県有田地区

宮井公幸氏(有機JAS認証園)

有田ミカン産地の歴史的景観(石垣階段園)

(株)早和果樹園

主 催：NPO法人有機農業参入促進協議会  
共 催：有田地方環境保全型農業研究会  
後 援：和歌山県、有田市、有田川町、湯浅町、広川町、JAありだ



## 有機農業実践講座～柑橘栽培～ 開催にあたって

柑橘の有機栽培実践講座は、第1回を佐賀県鹿島市で、第2回を愛媛県八幡浜市で開催いたしました。そして今回、第3回目を和歌山県有田市で開催いたします。

難しいと言われてきた柑橘の有機栽培は、1～2haの平均的な栽培規模から大規模な26haの取り組みまで実践され、安定収量、外観の良さおよび販路を確保し、経営の安定を確立した人たちが各地にいます。

いっぽう、有機栽培に关心を持った多くの柑橘栽培者がいますが、同時に多くの疑問ももっています。病害虫の発生にどう対応したら良いのか？ 有機栽培に切り替えた場合、収量はどの程度見込めばよいのか？ 有機栽培をすれば味が良くなると言われているが、本当だろうか？ 雑草を刈るのは大変で、我が家家の労力では無理ではないか？ 外観の悪い果物なんて、商品として売れるのだろうか？ などなど。

昨年までの講座では、これらの疑問に基調報告やパネルディスカッションをとおして、実践者が率直に答えるという形式で開催し、成功裏に回を重ねてきました。

また、実践している有機栽培にもいろいろなタイプがあることもわかりました。堆肥投入と許容された資材を使用した有機栽培のタイプを主としながらも、作物残渣以外何も入れない、使わないタイプ、土壤や作物を分析し、成分の過不足の調整やIPM先端技術などを駆使したタイプがあり、その中間的なタイプもあります。いずれも有機JAS認証を取得して販売され、経営も軌道に乗っている事例です。現時点で栽培のタイプに優劣をつけたり、統一したりすることは無理であり、時期尚早です。多くの実践者の努力により、有機栽培を実践したいと思う生産者にとって選択肢が広がっていることを、まず評価すべきでしょう。

今回の講座では、初めて基調講演を設けました。日本では今、国家プロジェクトで、植物と微生物の関係、言い換えれば作物と土壤微生物との関係を中心にチームを組んで徹底した研究が始まられて4年目を迎えており、その研究成果も公表され始め、土壤微生物の生態や働きも明らかにされつつあります。従来は土1g中に1億単位で微生物が生息していると言われていましたが、最近の研究では100億単位で棲んでいることがわかつてきました。その土壤微生物の働きに関する研究の第一人者である佐賀大学農学部土壤微生物学研究室の染谷孝教授を講師にお招きしています。有機農業を支える技術の柱、土壤微生物の生態や働きについての最新の研究成果も紹介いただけるものと期待しております。

事例発表、パネルディスカッションでの学びもとおして、参加者の皆様の有機農業を考える視点、選択肢の多様化にも大いに役立つものと思います。

興味ある方は、だれでも参加できる講座です。柑橘生産者はもちろん、普及指導員や行政担当者、販売、流通、加工業者などの皆様にも参考になるとともに、情報交流会も含めて活発な意見交換の場となることを期待します。

最後に、開催にあたって地元関係者をはじめご尽力いただいた皆様に、この場を借りてお礼を申し上げます。

平成26年9月15日  
NPO法人有機農業参入促進協議会  
副代表理事 鶴田 志郎

# 目 次

## 開催にあたって

プログラム	5
土と堆肥の微生物（染谷 孝）	7
有機柑橘栽培の安定生産に向けた取り組み（菊池正晴）	17
土づくり・隔年交互結実で有機ミカンの安定生産（菊池正晴）	18
健全な土・樹づくりによる有機中晩柑作（菊池正晴）	23
自然環境を考慮した完熟ミカン栽培（岩本 治）	26
自然との共生による有機ブランドのミカン作り（佐藤 瞳）	32
独自の技術を駆使し大規模有機ミカン作を実現（佐藤 瞳）	35
低投入・無農薬で高収益柑橘経営を実現（早藤義則）	39
ミカン銘柄産地で有機栽培に賭ける（古田耕司）	42
400年余りの歴史を誇る有田ミカンの里で有機ミカン作り（宮井公幸）	45
農業の6次産業化による地域活性化への挑戦！（秋竹新吾）	47
鶴田有機農園の概要	55

## 参考資料

「有田ミカン」の歴史（宮本久美）	59
耕地生態系を支える構成要素と機能	66
耕地生態系の機能を高める有機栽培技術の基本	78
果樹の有機栽培実施上の課題と対応策	93
有機農業の研修受入先をご紹介ください	98
有機農業に関する相談の問い合わせ先	99
「有機農業実践講座」開催のご案内	101

# プログラム

## 第1部 シンポジウム

於：温泉旅館「有田川温泉 鮎茶屋」会議室

13:00～13:30	開会式 あいさつ	鶴田 志郎 (有機農業参入促進協議会 副代表理事)
		木原 弘晶氏 (和歌山県農林水産部農業環境・ 鳥獣害対策室 室長)
		古田 耕司氏 (有田地方環境保全型農業研究 会 会長)
13:30～15:00	基調講演 「土と堆肥の微生物」	染谷 孝氏 (佐賀大学農学部)
15:00～15:10	休憩	
15:10～16:00	事例発表	菊池正晴氏(愛媛県八幡浜 市)、岩本 治氏(和歌山県海南 市)、佐藤 瞳氏(佐賀県鹿 島市)、早藤義則氏(神奈川県 湯河原町)、古田耕司氏(和歌 山県有田川町)
16:00～17:30	パネルディスカッション	コーディネーター：鶴田 志郎 パネラー：事例発表者
17:30～17:40	閉会あいさつ	有機農業参入促進協議会

## 第2部 情報交流会

於：温泉旅館「有田川温泉 鮎茶屋」

18:00～20:00	情報交流会
-------------	-------

## 第3部 現地見学会

於：和歌山県有田地区

8:00	有田川温泉 鮎茶屋発
8:30 ~ 9:40	宮井 公幸氏（早生ミカン園、有田市宮原町道）
10:00 ~ 10:30	有田ミカン産地の歴史的景観（石垣階段園） 有田川町田口地区
11:00 ~ 11:40	（株）早和果樹園（有田市宮原町東 349-2）
11:50	JR きのくに線 紀伊宮原駅解散
12:00	温泉旅館「有田川温泉 鮎茶屋」着解散

2014年9月15日(月)

有機農業実践講座 柑橘栽培(和歌山県有田市)

## 土と堆肥の微生物

佐賀大学農学部  
土壤微生物学研究室  
染谷 孝

こんにちは！  
染谷先生の助手の  
ひよこです

今日は  
土と堆肥の微生物の  
お話しです

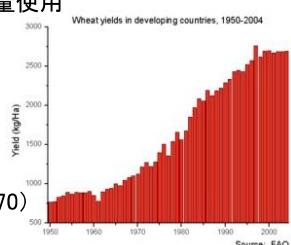


2

## 1. 持続的農業の 難しさ

### 緑の革命 Green Revolution 近代農業技術の基盤

- 1940年代後半～1960年代
- 農業技術の近代化による増産達成  
　　化学肥料、農薬の大量使用  
　　機械化、集約化  
　　高収量品種の導入  
　　灌漑設備の整備  
　　主に穀類の増産
- ロックフェラー財団が援助
- 多収品種の開発により  
　　ノーベル平和賞 (1970)



4

緑の革命:失敗例



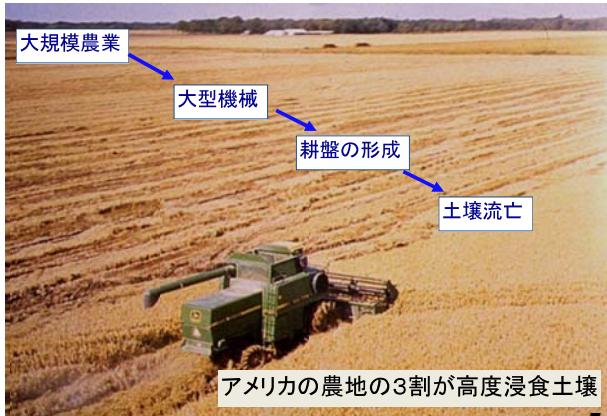
リビアの砂漠に出現した円形農地 5

超大型スプリンクラー  
(ピボット式)



超深度地下水(化石水)の使用

→水資源の枯渇 6



7

アメリカの農地の3割が高度浸食土壤

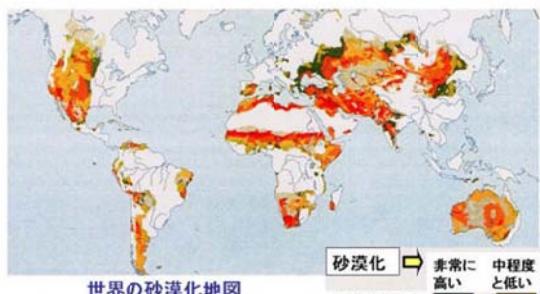
(5,700万ha)

日本の総面積の1.5倍！  
しかも毎年、四国相当の面積が流失



1トンの小麦を生産する際に約1トンの肥沃な土壌が流失！

8



人が住んでいた所や植物の生えていた所が、気候変動や人間の活動によって、土地が荒れ、自然の営みが破壊して、不毛の大地に変化することを、砂漠化という。

(出典: UNEP, 1991)

9

棚田…・水資源を保持・保全

洪水の防止

土壌流亡の防止



佐賀大学の有機認証水田  
(唐津市相知町蕨野棚田)

国立大学では  
全国初

家庭からの生ごみを  
堆肥化して施用

10



## 水田

- ・水資源を保持
- ・洪水の防止
- ・土壌流亡の防止
- ・連作障害がない  
(2000年も単一栽培してるのは水稻だけ)

- ・水田の保水機能は  
全國のダム約3,000箇所の  
約4倍
- ・ダム建設費に換算して  
約80兆円(国家予算に匹敵)

11

## 連作障害(嫌地)

同一作物を連作すると、次第に生育不良となること。  
原因是、**植物病害**や**微量栄養素不足**のため。

しかし、水田では連作障害はない。

**糸状菌**の多くは好気性(酸素が必要)

- 水田土壤の湛水
  - 土壤層が空気と遮断、土壤微生物の呼吸で酸素消費
  - 嫌気環境
  - 糸状菌が死滅(植物病原性糸状菌も)
  - **水田では、土壤伝染性病害がほとんどない**
  - ☆田面水により、微量要素も供給



ポイントね!

## 2. 土の微生物世界を覗いてみると

直接計数法  
(直接検鏡法)

フィルター上に  
試料懸濁液を捕集し、  
蛍光染色

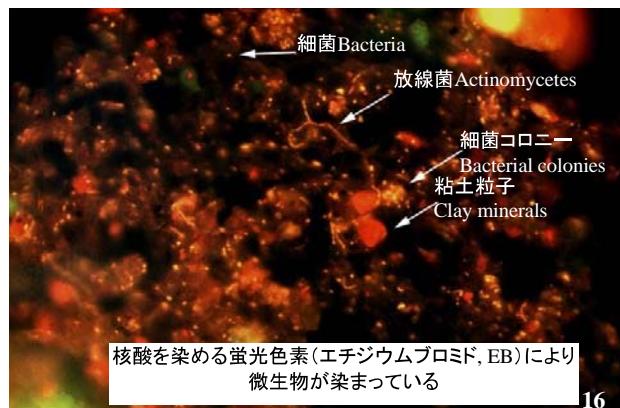


14

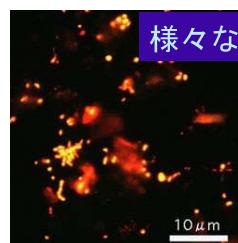


蛍光顕微鏡による観察・解析

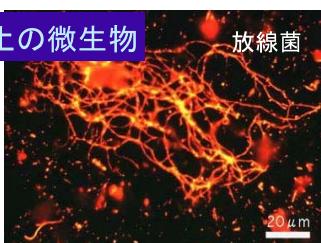
エチジウムプロミド蛍光染色法による土壤微生物の可視化



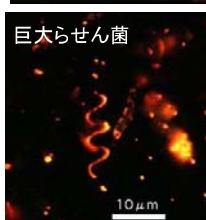
16



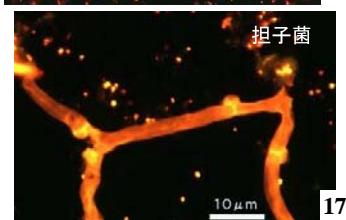
様々な土の微生物



放線菌



巨大らせん菌



担子菌

17

環境中の微生物…99%は未知！

- 今までの研究は培養法のみだった
  - そのため、解明された微生物はわずか1%
  - どんな種類の微生物が、どれだけいるか？
  - どんな働きをしているか？
  - いよいよこれから解明される！
- 土壤微生物学のメインテーマです

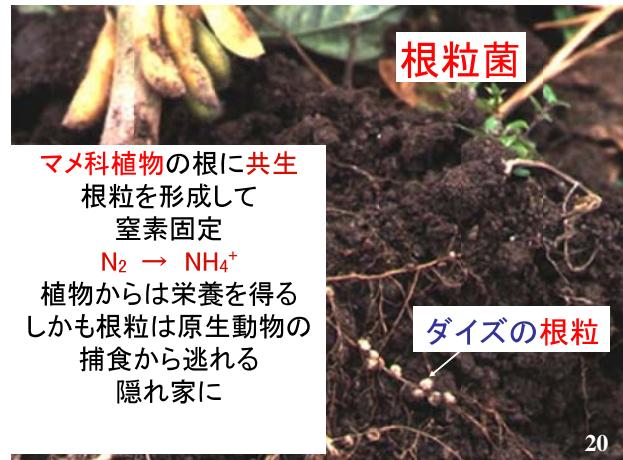


研究手法は

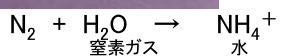
- 培養法
- 蛍光染色法
- 遺伝子解析法

18

### 3. 植物を支える共生微生物



活性根粒の断面  
赤い色は  
レグヘモグロビン  
(酸素からの防御機構)



アンモニウムイオン  
窒素固定は 酸素で阻害されるため、  
レグヘモグロビンで守る。  
赤い根粒=有効根粒  
白色の根粒=無効根粒

21

### 根粒菌接種の効果

根粒菌がいると、窒素肥料がなくてもダイズは旺盛に発育



### 根粒菌の大量培養装置



開墾した土壌には  
ダイズ根粒菌がない

そのままでは根粒ができるない

根粒菌を種に付けて栽培  
(日本では北海道十勝地方で実施)



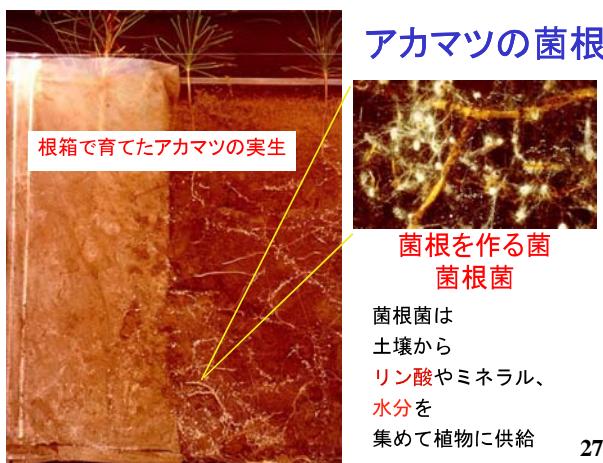
十勝農協の根粒菌製剤

24



植物と共生するキノコ：**共生菌**  
マツタケ、トリュッフなど  
人工栽培できない

26



**共生菌類 = 菌根菌(ミコリザ菌)**  
Mycorrhizal fungi

植物(の根)と共生する菌類(カビ、キノコ類)  
植物との決まった相性は少ない(種特異性が低い)

**内生菌根菌**：植物根の細胞内に侵入して共生  
ランと共生(実用化)

**外生菌根菌**：植物根の細胞間隙に侵入して共生  
樹木と共生するマツタケ、ショウロなど担子  
菌類

**アーバスキュー菌根菌(VA菌根菌)**：  
樹脂状体(アーバスキュー)を作る  
作物、草本、樹木(柑橘を含む)と共生する

28

### 菌根菌の応用例

山口大学 農学部  
丸本卓哉教授の研究(元学長)  
森林総合研究所、民間企業



菌根菌 + 緩効性肥料 + 植物の種子

29



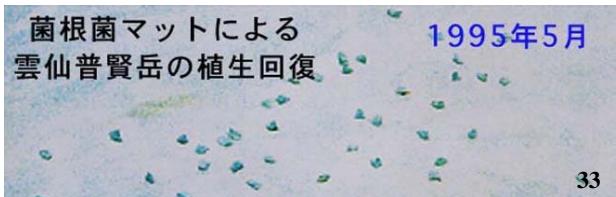
30



### 普賢岳土石流による被害



写真は「河川ネット」から



### 緑化マットの散布効果 1年後





## 柑橘と菌根菌

- ・ **柑橘用**菌根菌資材が各種市販
- ・ 柑橘ジュースかす中にアーバスキュラー菌根菌の成長促進物質が含有(相川ら、2000: 園芸学雑誌)  
→ 菌根菌はミカンが好き！？
- ・ **ナギナタガヤ**(アレロパシー植物)による草生栽培
  - 菌根菌が増加 山口ら(2004)園芸学会雑誌第73巻別冊1 : 246
  - 雑草を抑える物質を生産 Kato-Hoguchi & Plant Growth Regulation, 60 : 127-131 (2010)
- ・ ヒマワリ、トウモロコシ、マメ科作物など菌根菌植物の緑肥で後作の菌根菌が増加

Sustainable Food Production and Environment

39

## 菌根菌の微生物資材

- ・ 国内数社から販売
  - ・ 柑橘用もある
  - ・ 効果の客観データが公表されているのは少ない
- ↓
- ・ 客観データがあるか確認する
  - ・ 自分で効果を判定しながら使用する  
(必ず**対照区**を作る)

40

## 微生物資材について

- ・ 日本では公的基準なし
- ・ 日本土壌肥料学会提言 (1996)
  - 表示 :
  - 属種名、有効期間、坦体の種類、効果試験結果
  - 検定・評価 : 公的機関の評価を受ける
  - 滅菌資材を比較対照とする
  - (坦体に肥料成分が含有している場合も)
  - 圃場試験 (数種の土壤)

41

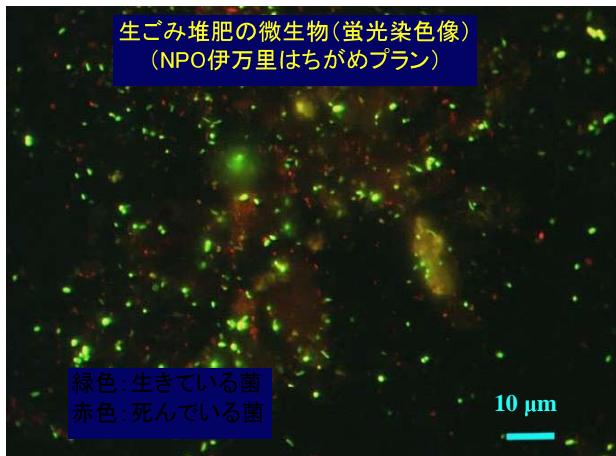
## 微生物資材について(2)

- 全国土壤改良資材協議会で自主表示基 (2009)
- ・ 主要微生物の属名と菌数、一般微生物名、有効期間、坦体の種類、pH、水分、全炭素等
  - ・ 現在、10社、26資材が登録

公定基準がない現状では・・・  
農家自身が効果を確認しながら選定する。  
必ず**比較対照**をおく

42

## 4. 堆肥と微生物



はちがめ堆肥に微生物(細菌)は  
1gに何匹住んでいる？

1. 100万
2. 1, 000万
3. 1億
4. 60億
5. 600億

46

蛍光染色法によるハチガメ堆肥中の細菌数

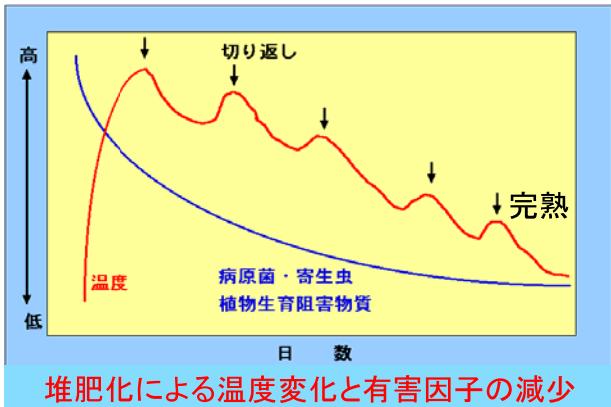
堆肥試料	菌数(cells/g乾物)		生菌率 CFDA/EB (%)
	全細菌数(EB法)**	生細菌数(CFDA法)***	
7月堆肥原料	$(5.2 \pm 0.7) \times 10^{10}$	$(2.1 \pm 0.3) \times 10^{10}$	40.4
7月中旬堆肥	$(9.0 \pm 0.9) \times 10^{10}$	$(3.6 \pm 0.4) \times 10^{10}$	40.0
7月製品	$(6.3 \pm 1.5) \times 10^{10}$	$(2.6 \pm 0.2) \times 10^{10}$	41.3
12月中旬堆肥	$(6.75 \pm 0.88) \times 10^{10}$	$(1.79 \pm 0.06) \times 10^{10}$	26.0
12月製品	$(5.88 \pm 0.24) \times 10^{10}$	$(1.83 \pm 0.27) \times 10^{10}$	31.1

\* 3連の測定の平均値±標準偏差   \* \* Someya (1995) \* \*\*\* 染谷 (1997)

九州内の優良堆肥の平均 全菌数  $3 \times 10^{10}$  生菌率33%

47





49

## 堆肥(コンポスト)施用の効果

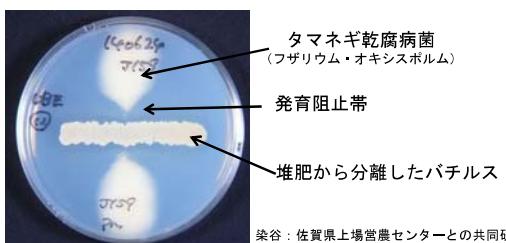
1. 土づくり効果  
土壤の團粒構造を促進
2. 保肥性の向上  
肥料持続のいい土に(CECを高める)
3. 肥料効果(特に生ごみ堆肥、鶏糞堆肥)  
N, P, Kと微量養分の供給
4. 病害抑制効果
  - ・植物病原菌や線虫の害を低減
  - ・放線菌などの拮抗菌の導入
  - ・土着菌の活性化



50

## 拮抗菌による土壤病害の抑制

- ・抗生素質生産菌による
- ・放線菌、バチルスなどの菌株
- ・堆肥に含有 or 微生物資材で導入



51

## 拮抗菌による土壤病害の抑制(2)

乳酸菌によるハクサイ軟腐病の防除  
京都府農業資源研究センター  
[www.pri.kyoto.jp/noukenshu/documents/1215586270589.pdf](http://www.pri.kyoto.jp/noukenshu/documents/1215586270589.pdf)



軟腐病菌は細菌 → 乳酸菌の作る乳酸（酸性）に弱い  
メカニズム解明、実用化はこれから

52

## 放線菌

菌糸と胞子をつくる細菌(バクテリア)

リグニンやセルロースなど纖維素分を分解する

腐植物質をつくる(→ 保肥力増強)

抗生素質をつくる

土壤伝染性の植物病原菌に対して拮抗菌として働く



## 各種堆肥の特徴

	N	P	K	リスク
生ごみ堆肥	Rich	moderate	Rich	-
牛ふん堆肥	poor	poor	Rich	E. coli O157汚染
鶏ふん堆肥	Rich	Rich	moderate	Salmonella汚染
汚泥堆肥	Rich	moderate	poor	重金属汚染



54

## 堆肥(コンポスト)まとめ

- ・有機物を微生物の働きで好気的に分解処理したもの
- ・堆肥化過程で微生物が発する熱により高温となり、有害因子が死滅したもの(完熟堆肥)  
**有害因子**  
ヒト・植物の病原菌、寄生虫、雑草種子、植物発育阻害物質

「堆肥の発酵」という表現がしばしば使われるが、厳密には誤り  
(「発酵」は嫌気的分解を意味するため)

55

## 野菜が原因食材と特定された食中毒発症例(米国他)

品目	起因菌	発生国	期間	感染者数	死者数
トマト	サルモネラ	米国	2004年7月	110	0
レタス	大腸菌0157	米国	2005年10月	17	0
ホウレンソウ	大腸菌0157	米国	2006年8~12月	205	3
レタス	大腸菌0157	米国	2006年11月	70	0
ハラペーニョベッパー、セラーノベッパー、トマト	サルモネラ	米国	2008年4月~8月	1,442	2
メロン	サルモネラ	米国	2009年1月~3月	51	0
スプラウト	サルモネラ	米国	2009年2月~4月	235	0
スプラウト	大腸菌0104	ドイツ	2011年5月~6月	4,321	50
メロン	リストeria菌	米国	2011年7月~9月	123	25

## メロンによるリストeria菌食中毒 123名感染、25名死亡

コロラド州のJensen農場の露地栽培メロンや包装器具から感染者と同一株のリストeria菌が検出



果肉内部にリストeria菌が侵入した!?



写真はAP通信から

## 生産現場での衛生管理への理解・普及、衛生評価基準の確立を

きれいな水と堆肥  
ば使う、  
安全安心な  
作物のべつよ!  
(佐賀弁)



58

ご静聴  
ありがとうございました

ひよこちゃんは、秋葉原に実在する  
メイドカフェ・居酒屋「ひよこ屋」の  
マスコットキャラです

染谷先生のボトル  
飲んじゃっていい  
わよ♡♡♡



59

ご清聴ありがとうございました

\*\*\*\*\*  
〒840-8502 佐賀市本庄町1番地  
佐賀大学 農学部 生物環境科学科  
資源循環生物学分野 土壤微生物学研究室  
教授 染谷 孝  
電話・ファクス 0952-28-8777  
携帯電話 090-7380-7525  
電子メール someyat@cc.saga-u.ac.jp  
研究室ホームページ <http://environbio.ag.saga-u.ac.jp>  
\*\*\*\*\*



お問い合わせ  
お気軽にどうぞ!

60

# 有機柑橘栽培の安定生産に向けた取り組み

【愛媛県八幡浜市 菊池正晴】

## 1. はじめに

安全、安心の農産物を生産することは栽培の基本ですが、品質についても、食卓に出した農産物が目で見てある程度楽しめることを目的にし、毎年安定した生産が可能な方法の確立を目指しています。

## 2. 安定生産に向けた病害虫対策

私が有機栽培に取り組んだころは、そうか病、黒点病、すす病、かいよう病、カイガラムシ、サビダニなどの病害虫に悩まされ、年によっては収穫皆無の園もあり、生産量が安定しませんでした。この状態に対して、初めは「自然の力」を信じて5、6年頑張りましたが、生産量が不安定で農業経営が成り立たない状況でした。

これらの病害虫の対策ができるないと有機栽培での経営は不可能でした。そこで、植物はどのようにして健康を維持しているのかを考え、調べ、エチレン物質による防除があることを知り、エチレンを生成し、発散できる植物の栽培と、土づくりを心掛けました。そして、土壤の窒素、リン、カリではなく土壤環境に注視し、園内の物質循環が大切であると考えました。そして、土壤微生物の働きによる植物の健全な生育が重要であると考えました。

そして、次の～に示した品種ごとの特性にあった栽培を心がけました。

園地を整備し、栽培環境を整備

受光、排水、通風などの園地の条件を改善します。

剪定などによる樹勢の調整

刈り込み剪定による病害虫密度の低減。結果層の上下幅が広いと病害虫の移動幅が広くなるので、上下幅を60cm程度に心がけています。

有機JAS認証で認められている農薬の使用

農薬を使用することで、害虫の密度を下げ、天敵による防除が効率的になります。



隔年交互結果方式による刈り込み剪定

毎年安定した生産を行うには、病害虫の発生に合わせた防除方法の確立が必要です。今では、過去7、8年にわたる失敗経験をもとに、ある程度対応のできる防除体系ができ、安定生産が可能になりました（表1）。

表1 菊池農園の病害虫防除方法

病害虫	耕種的対策	農薬による対策
黒点病	剪定などによる樹勢の調整	ICボルドー
かいよう病		ニガリ、ICボルドー
そうか病	剪定などによる樹勢の調整	石灰硫黄合剤、ICボルドー
サビダニ		硫黄フロアブル、コロマイト
カイガラムシ	剪定などによる樹勢の調整	6月に夏季マシン油

# 土づくり・隔年交互結実で有機ミカンの安定生産

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关心を持ち、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 20 t、中晩柑を含めて約 60 t 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 2.0 t/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）（注 本資料集 21 ページ）

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、病害虫抑制と単収の向上・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、病害虫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害虫抑制を兼ねて、有機栽培に向い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、病害虫の寄生した枝の除去・更新から始まった。上島の人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亜主枝の数を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、全体が亜主枝のみなら良く日が当たり、着色も味も良いものが出来る。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。



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)

#### 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壤团粒化を狙い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)。土ができると土壤が軟らかくなり、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本あたり約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、土壤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つた。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。

最近の土壤分析結果では、土壤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。

表 - 17 温州ミカン園の土壤分析結果(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	交換性力リウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H <sub>2</sub> O	meq /100g	%		mg /100g	%				
6.7	23.3	4.9	1113	0.26	101	43	523	39	92

## 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 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)。

糖酸バランスが適度に良くなる。 着果过多のこともあります浮皮果が少なく、皮やじょうのうが薄くなる。 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できる前に除草する。園地にはシロクローバーを播種しており、雑草もあまり生えない。全面がシロクロー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. 病害虫対策

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、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、カイガラムシムはマシン油を 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撒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、密度を下げることが重要である。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ガ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。

## 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害虫の抑制を図るため、急傾斜の園地はコンボで 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 - 40）。この狙いは 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）。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。通風、排水、日当たりを良好にして圃場を乾



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）

燥させ、病害虫の発生抑制、良品質の果実生産を図る。 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) 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) 平坦部土壤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。

(本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』146~149ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである)

# 健全な土・樹づくりによる有機中晩柑作

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

「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、を参照されたい。  
(注 本資料集18ページと21ページ)

## 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、はるかは、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ため、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



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

げ（写真 - 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 - 6、「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」参照のこと）（注 本資料集 21 ページ）

#### 4. 土づくり・施肥対策

土づくりは特に大事だと考え、園地改造時には土壤の物理性と生物性の改善を狙い、2 年間で約 3 t/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 2 kg 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、土壤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、農薬散布時に鰹の液肥を混用して葉面散布することもある。

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

表 - 14 有機中晩柑作園（はるか）の土壤分析結果（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	交換性力リウム	交換性石灰	交換性苦土	塩基飽和度
H <sub>2</sub> O	meq /100g	%		mg /100g	%				
7.3	13.0	5.0	1025	0.30	119	29	576	45	130

#### 5. 結実・果実管理・隔年結果対策

中晩柑は摘果をしながら、養分を効かさ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、雑草があると高温になり夏は仕事に支障があるので、各作業に先立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、樹に巻き付くつる性の春草は、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. 病害虫対策

病害虫防除のコツは如何に早く的確に樹、園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、かいよう病に弱いが、通常 6 月上旬に有機 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 回撒布している。カイガラムシ対策としては 6 月上旬に 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ので、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。



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 紅まどんなどの選果  
(12月中旬)

（本文は、2013 年 3 月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』176~178 ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである）

# 自然環境を考慮した完熟ミカン栽培

少量多品種をネット利用で個人販売  
【和歌山県海南市下津町 岩本 治】

## 1. 農園の概要

和歌山県の海南市下津町（旧下津町）は、和歌山県の北西部、有田市の北部に位置し、海岸部の小さな半島から山間まで細長い立地条件で、温州ミカンの貯蔵産地として発展してきました。

母岩は秩父古生層の結晶片岩系に属するものが多く、ほとんどが急傾斜地の段々畑であり、微量元素が豊富な排水良好な畑が多いところです。気象的には、瀬戸内気候区と南海気候区の接点にあたり年平均気温は16.7℃、年間降水量は1,317mmと温暖で比較的降水量が少ない気候条件となっています。

その中で、私の農園（以下、マルヨ農園）は、この下津町の海に近い半島部分の山（標高100m）の中腹付近（標高50～70m）に主要の畑（東から東南向き）有田市に全園地の約30%のミカン畑（東向き）で、主に温州ミカンと不知火などの柑橘を約200a栽培しています。

以前の最大栽培面積は400aでしたが、夫婦2人での農作業、収穫作業、販売作業をこなし、雇用をしないで老後にも対応していくために（詳しくは販路・経営の概要で）栽培面積を状況に応じて減らしています。

栽培品種を詳しく見していくと、8月に青ミカン（摘果ミカン）、10月末～11月中旬に日南早生ミカン、11月下旬に木村早生ミカン、11月下旬～1月上旬にゆら早生ミカン、12月～1月上旬に宮川早生と田口早生ミカン、川田ミカン、向山中生、1月にいしじミカン、2月～3月末に丹生系ミカンと今村ミカン、3月～4月に不知火、春峰、はるかを収穫し、さらに品種更新しているYN、農6号、津の輝、レモンなど、多品種です。



## 2. 栽培の概要

大学の建築学部を卒業してから住宅の設計・営業をし、5年後に就農しました。

エコファーマーは2002年から特別栽培は2005年から、それぞれ認定されて実施しています。

基本は和歌山県の認証を受けた特別栽培で、慣行の4割程度の農薬を散布。春にマシン油を前年の虫の発生状況に応じて一部の園地に散布し、6月と8月末から9月上旬にジマンダイセンとネオニコチノイド系を散布しています。ただし、その化学農薬を散布しない園地では、竹酢500倍から300倍を基本とし、ダニなどの忌避効果として唐辛子とニンニクを入れた竹酢散布。以前ニーム（インドセンダン、成分はアザジラクラチン）を散布していたのですが、高価の割に効果

が少ないので、昨年度から効果試験としてセンダンの実を溶かした竹酢液を散布し、ミカンの木や実を害する虫の密度をできるだけ下げる作用を見ています。そのため、センダンの木をミカン園のそばに植えて材料を自給できるようにしました。

### 3. 植栽、整枝・剪定

基本はミカンの品質のためにも独立樹とし、その畠の土質や傾斜の具合など環境と柑橘の品種によって植栽密度を決定し剪定具合もそれに準じています。

柑橘の味を重視するために、樹形には神経質にならず日の光が樹の懷まで入るように整枝剪定をし、枝先がしなるような柔らかい樹にします。

また、強い立枝が出た場合は、基本触らず果実を成らしてから除去、ねん枝やのこぎり、剪定鋏による枝の切込みなどを行います。

海に近く風による被害もあるため棘がある品種は、自身の棘による葉っぱなどへの傷がついてかいよう病などができるだけ発生しないようにいつでも気が付いたときに棘を切り、かいよう病などが付いた葉は切り落とします。

不知火に関しては春の基本剪定、6月下旬から7月初めまでの早期摘果とともに小さめの実がなっている部分の弱い枝やほうき状に分かれた芽を整理するために切り戻す作業をします。ただし、このときは夏芽が出てもいいが秋芽がなるべく出ない程度に切り戻し、枝の整理をします。

### 4. 土づくり・施肥対策

今のところ、これといった堆肥の投入はしていません。春や秋の草を生やすことによっての枯れた草による自然の土づくり、生き物の生態系を重視し微生物の環境を考えます。

肥料は春草の花が咲いた後で弱るころ（実ができるころ）の5月に施肥します。これは施肥した肥料は草よりもミカンの根に吸収してほしいからです。この場合、施肥時期が遅れるため、肥料は発酵が進んだ魚主体のぼかしタイプの肥料を用い、草の下の土まで届いてほしいためにタブレット型（肥料自体の重量で草の隙間を通って地面に落ちる）にしています。

より味を重視するところは、成分にさなぎ粉を主にしたものを使い、肥料は秋肥も含めて有機100%です。

土壤のpH調整には、以前はカキ殻やサンゴを施用していましたが、土壤深層へのより良い影響を考え貝化石の施用に変更しています。

### 5. 結実・果実管理・隔年結果対策

1994年から2011年までの17年の間、ごく一部の畠で無肥料や無農薬のミカン栽培を試し、ミカンの品質、味、根の張り具合を見て、病害虫、草においてはすべて手作業での対応をしました。その結果から、当たり前のことですが肥料を少なくしそうると隔年結果が生じます。また、地球温暖化が進んで気候変動の激しいため、病害虫に弱い樹は木への負担が大きくなり耐えられなくなるので、施肥対策で述べたとおり肥料はしっかりやります。ただし、やり過ぎもいけないので与えすぎないように自然の生態系の力をを利用して試行錯誤でやっています。

ミカンの品質、味などの意味でカニガラは数年おきに、天日塩や海水などを毎年数回その時の状態に応じて薄めて、またはそのまま施用したりします。

これも実際の畠での試験で葉が落ちるまでの過酷な状況と何も変化しない状況などを経験して、気温と木と実の状態を見て実施しています。

高糖系の今村や丹生系、川田ミカンなど新葉の緑化が遅くて養分を使い2次の生理落果、またそれ以降の生理落果が起きる品種では、冬の摘葉や品種にあった剪定がうまくいかなかったときは連年結実のため摘蕾や新葉の摘芯などの対策もやれるだけします。

ミカン全般には、出来るだけ果実を成らしての着果負担も与えながら品質の向上を目指します。

## 6. 園地・雑草管理対策

以前は全園ナギナタガヤにして 5 年以上除草剤も一切使用せず栽培していましたが、ナギナタガヤで維持することが難しく、さらに年齢とともに傾斜地で滑ってころぶことが多くなったため、無理して維持するよりもと自然に生えてくる雑草を主に春草は刈ることなく枯れるまで待ち、ヤエムグラなど夏草の発生を遅らして抑えるマルチ効果も期待しています。

伸びた春草は刈ると根っこが残り、すぐ再生して生えてきてミカンの木への肥料分の計画的施用ができないため刈ることはしません。伸びた草で邪魔な部分はなぎ倒し、苗木などで養分競合するとまずい樹は株元だけ手で引っこ抜きます。そのほかつる性やヒメムカシヨモギ、オオアレチノギクなど、夏場には一部除草剤も使用します。

とくにイネ科をはじめとする雑草が増えることによって、植物の根にできる多種の菌根菌が土中の固定されたリン酸やミネラルなどをミカンの根に与え、ミカンから光合成産物の糖分をもらうという共生ができるので、肥料をたくさん与えなくてもミカンの木の健全化、ミカンの果実の味の向上が望めるという試験結果も出ているので、積極的に草を利用しています。

草を生やすことによって土壤や肥料成分の流亡が少くなり、草の根が枯れることによる土の中へ空気が入り団粒化するなど、土にとってもミカンの根にとっても草の利用は効果的です。

草を利用する上で雑草のなぎ倒すという労力軽減のために、ナギナタガヤの次はフルーツグラスなども導入しましたが、いまはヒメツルソバ、ヒメイワダレソウ、アークトセカという背の低いほふく性の草種を試して増やしています。

それらの草によるミカンの木や果実に対する弊害は今のところ見られていません。加えて、愛媛の試験場で行われた試験結果で見られた品質向上の効果も期待しています。

ただ、アークトセカはチャノキイロアザミウマを見かけます。この場合も通常栽培でなく有機や特栽などの環境では、天敵も増えるので果実への悪影響も今のところありません。



ナギナタガヤ



アークトセカとヒメツルソバ



ヒメイワダレソウ



フルーツグラス

## 7. 病害虫対策

私の地域は海の近くで風がよく吹き、台風が来た時に強風による被害が多くたため、防風樹が多く、そのためチャノキイロアザミウマの被害果が多く、慣行栽培では常に農薬を利用しないといけない状況でした。農薬を利用しないようにするために防風樹に代えて防風ネットを利用しましたが、和歌山県に台風が相次いで上陸した年に防風ネットそのものも被害を受けました。その時に、防風樹のほうがネットより強風に強かったため、それまでチャノキイロアザミウマが好む防風樹であるイヌマキ、サンゴジュ、イスノキ（ヒヨンノキ）から、レッドロビン（アカメ）に変え、それよりも虫が付きにくいシラカシ、さらにキンモクセイ（いずれも刈り込みに強く、ミカンの根に悪影響しないと思われる樹）を植え農薬を利用しないでも被害果を少なくするように工夫をしています。

また、先に述べた草を生やすことにより、害虫だけでなく天敵、そのほか多種の虫やそれを捕食するホオジロ、キジ、ツグミなどの鳥なども集まってくる好影響もあります。

アブラムシ対策では、ナナホシテントウやナミテントウとともに、アブラムシを食べる量でいえばテントウムシ類の比ではないクサカゲロウ類も大事にしています。クサカゲロウの幼虫はアブラムシやハダニ、一部カイガラムシなども食べ、あまりの大食ゆえに、食べるものがなくなると成虫になる前に死んでしまうというほどで、アブラムシをテントウムシより多く食べるクサカゲロウはありがたい虫です。



シラカシの防風樹



クサカゲロウの成虫

ほかにもカイガラムシ類を食べる、ベダリヤテントウ、ベニヘリテントウなども見られます。これは、草があり有機リン剤類の農薬は一切使用しないようにしている環境があるからだと思います。

そのうえで、害虫の密度を下げるようセンダンの実や忌避効果の唐辛子やニンニクといったものも利用します。これは殺虫効果を期待したのではなく、害虫に嫌がられるような環境にしていきたいとの思いから使用しています。また、有機 JAS 認証で利用可能な農薬のマシン油を、春や夏に散布して対処しています。

草があることによるナメクジ対策としては、ナメクジが嫌いな銅を樹の株に巻いて対処しています。この時、銅はバネ状に巻いて樹の株の生長とともにバネが伸びても銅の効果が続くように、あとの労力もかからないようにしています。

そして厄介なゴマダラカミキリですが、捕殺することはもちろん、幼虫が出た穴は、その穴から水や菌が入って株を腐らしたり樹を弱らせたりしないようにシリコンを入れて樹を守ります。



銅バネを巻いて 16 年経った木



天牛の穴にシリコンを入れた状態

## 8. 流通・加工・販売対策

5 件が集まっての共販体制から、個人市場出荷が主となる現在の販売形式と変わるべききっかけとなつたのは、2006 年に始めたネット個人販売です。

その前年、農業以外の他都府県の異業種の方々との交流、セミナーを通じて知り合った方々のアドバイスで、2006 年 3 月から無料ブログで農業情報を発信しました。同じく 3 月下旬からソーシャル・ネットワーキング・サービス (SNS) のミクシーでの発信。またそれ以前の農業雑誌や新聞、本での記事依頼・紹介などにより露出機会が増え、大手の流通や会社などからの出荷販売依頼はありました。栽培の特徴と品質へのこだわりなど一人で個人対応していた経緯もあり、しかも量的に対応できなかつたため、個人相手のつながりを壊さずに売るネット販売を主にしました。

2011 年 2 月からはフェイスブックも始め、ブログと SNS 関連 3 記事の合計 4 記事をほぼ毎夜に発信してつながりを大事にしています。

今年からは、ミカンの栽培にこだわる時間をもっと作りたいので、個人販売は販売店から売ることにして専門の会社に窓口を任せています。

個人販売ゆえに、食べてくれる人々にできるだけおいしい状態で発送できるように工夫し、消費者に喜んでくれるようにしています。具体的には、箱のデザインはネットで知り合ったイラストレーターに頼んだかわいい箱、箱に針などは使用しないでゴミに出すときはワンタッチでたためる箱、中敷きにはエチレンを吸着しクッショングループがある自然原料で作られたシート、果実の上にも果実を傷めないようにクッショングループのシート（これも 100% 紙原料）など。

個人販売する果実は完熟栽培を基本とし、糖度だけでなく味も追求し、配達先で痛みが出ないようによそをかけて仕上げています。その結果、買ってくれた方からは、箱の中のミカンの味のばらつきがなくてすべて美味しいとか、食べてしまうまでに箱の中のミカンが1個も腐らないとかさまざまなお礼や感想が届きます。

また、個人販売用の農園はマルヨ農園なので、ネット販売を始める2006年に生まれた「マルヨちゃん」のキャラクターも箱に印刷されています。



個人ネットショップ

個人販売用の箱（印刷されているのは  
「マルヨちゃん」のキャラクター）

以上のような栽培販売体系のために、多量に生産するよりさらに喜んでもらえるミカン類を作りたいので、年齢とともに減る体力に合わせて面積も減少して、若木やメインのミカン以外の品種も導入し、販売時期を長期間にずらすことによる労働時間の分散を目指しています。

このほか、規格外品などは、露天商や個人の家庭用、ジュース用として販売しています。



土壁と木箱によるミカンの貯蔵

# 自然との共生による有機ブランドのミカン作り

【佐賀県鹿島市 佐藤農場（株） 佐藤 瞳】

## 1. 化学合成資材ばかりの栽培に疑問を持つ

おかげさまで柑橘栽培を始めて45年になる。

ミカンづくりは一代目で、昭和43年から、ミカン園の1haと水田50aで始めた。昭和43年から昭和61年まで普通の慣行栽培をやり、その間、農協の役員も経験し地域の指導もしながら、化学肥料と農薬の推進もしていた。

化学農薬と化学肥料は、ミカン産地の県の基準どおりに1年間の農薬は12~15回散布していた。化学肥料は10aあたり1年間に200kgを施肥しながら、ミカンの果実の味や本来のことは二の次で、外観重視のミカンづくりをしていた（現在でも全国の産地は外観を重きに置いている）。土壤と根っ子のことはあまり考えずに化学合成した資材で、土壤とミカンの樹を痛めていた。表面の見えるところばかりを気にし、考えて仕事をしていた。

除草剤も1年間に2~3回土に散布して雑草を退治していたが、散布した夜は頭がくらくらしていたのを思い出す。害虫も強い農薬で殺したら、また次から次へと農薬に耐性を持った世代が押し寄せて果実を食べる。また、農薬で殺す。その連続で毎年進化のないミカンづくりをやっていった。一生懸命になればなるほど農薬を大量に使用する。こんなことを一生続けていくのかと疑問をもった日々であった。

## 2. 農薬を暫減してゼロにする

昭和59年頃から農薬を減らすことを考え、1年間に12回の散布を半分の6回に減らし、次の年は3回に、次は1回にと、昭和62年にはゼロにした。年1回からゼロにするのが一番難しかった。

その頃の技術では、農薬をゼロにするというのは簡単ではなかった。学生のころ読んだ、有吉佐和子著の『複合汚染』と、レイチェルカーソン著の『沈黙の春』がずっと心の奥にあり、考えることがあった。無農薬の世界は大変なことばかりで何が起きるかわからない。最初の頃は失敗の連続だった。順調に生育して喜んでいたのに、収穫の直前に害虫が発生して、収穫皆無になったことも何回か経験した。その時は周囲の同業者から「無農薬なんて出来っこない」とよく笑われた。失敗したらみんなが喜んだ。

こっちは畠で涙ができる。1番心配したのは家族のこと。秋の収穫が少なくて来年はどんなふうにして生活をしていくのか、小学生、中学生、高校生の子供もいる。その頃はよく借金をした。

## 3. 毎年反省、毎年チャレンジ

全国の有機農業者と連絡を取り合って、いろいろな面で教えていただき、有機の技術を取り組んでいった。平成の初め頃は全国に有機農業者が少なかつたので、なかなかやり方が解らず技術的にも確立しない。化学農薬と化学肥料の世界はちゃんとしたルール（方程式）があるから、慣行栽培は有機栽培に比べたら、あまり難しくない。これに比べて有機農業の世界は、栽培する側からみたら毎年が1年生。いまでも発展途上で、毎年反省、毎年チャレンジの連続だ。昨年はこうしたからと、今年も昨年どおりの作業をしても通用しない。この地球環境の中だから、毎年、圃場では何が起きるかわからない。地球環境との共生、自然との共生、自然の動きを作物との共生の中で、自分自身が判断できる感覚を身につけて、仕事を進めていく。日々、地球の自然に生かされているということを肝に銘じ、自然との共生をいかに確立していくかを真剣に考えている。

#### 4. 自然に学び、自然に優しい農業

平成の始めに考えた「自然に逆らわず、自然に戻り、自然に学び、自然に優しい農業」の理念の基に、畠に行き作物と話し合う。作物は走り回ったり、歩いたりすることができないので、今はどんな仕事をしたら作物の手助けになるかを考えて、作物が元気に楽しくなるような仕事をして、人が作物に対して嫌がるようなことはしないように、そして作物から恩恵を受けるようにしていく。

まだ波動の世界を認めない人が多いが、家に居るとき、また、寝ている時に畠から2万本のミカンの樹から、どこどこの畠の何という品種から「すぐに来て。この虫を何とかしてくれ」と言ってくる。1本の樹から言ってくることもある。1圃場から言ってくることもある。すぐに畠に行って、仕事をしてなんとか解決する。「おはよう」「こんにちは」「ありがとう」と畠に行ったら突然向こうから話しかけてくることがある。びっくりする。その時はお互いに体調が良くてぴったり波動が合った時だと思う。めったにないが、たまには一斉に話しかけてくることもある。

畠に行って仕事は何もしなくても、「おはよう」と話しかけ、行く回数が多い程、作物の生育がよくなっていく。そして、行くたびにほめる。ほめたらまた一段と樹相が良くなっていく。逆に悪口を言ったら生育が悪くなっていく。畠で夫婦喧嘩はしない。気持よく仕事をする。樹は私たちのことを見ている。

作物は、地球上になかった化学合成した農薬、肥料、除草剤などは嫌うので使用しないことはもちろんだが、地球上の自然界にあるものだけを使用して、作物を育てていく。そのようにしたら作物は人に対して恩返しをしてくれる。

野菜にしても果樹にしてもケミカルコントロールで作っていくのが最良の栽培だという人がいるが、それは邪道だと思う。慣行栽培では作物に対してホルモン剤の使用が多すぎる。たとえばミカンの場合、畠にビニール・マルチシートを敷いたり、ホルモン剤で摘果したり、水を切ったり、着色剤散布、袋掛けをしたりなどをしなくとも、ミカンは自然本来の姿で糖と酸のバランスがとれてさっぱりしてまるやかな味になる。

#### 5. 全国に顧客が増えた

「このミカンは何かが違う。自然の味がする」と、食べた方が言ってくれる。アトピーの人も喜んで安心して食べてくれる。「さとうのミカンを食べたら健康になる。元気をもらう」と言ってくれる。

自然に逆らわない農業をしていく中で全国に顧客が増えていった。市場には出荷しないで300t近くのミカンが全国の店舗販売と消費者へ直接販売で完売している。

27年間の実績もあり、全国から圃場の見学と話を聞きによく来られるが、化学農薬と化学肥料そして除草剤不使用の畠を見て、唖然とされる。全国で除草剤不使用の畠はまれだから、仕方がないのだろう。

#### 6. 畠で出来たものは全部土に還元

日本の農業の歴史上、化学合成資材の使用量は半世紀前には微々たるものだった。今実践しているのが、フルーツグラス、イタリアンライグラス、ヒマワリ、菜の花の種を蒔き、土がふわふわになるようにする。そうしたら有効な微生物が増えてミカンの樹の細根が増え土のミネラル分を吸収する。そしてミカンの樹が健康になる。また、病害虫を寄せつけない体力づくりの為に、ミカンジュースを作る過程で出る搾りカスを発酵させて、それも土と樹に散布する。草生栽培で1年間に草の重量は10aあたり1tになる。剪定枝も粉碎する。このように畠でできた物は全部土に還元する。

その他に生物的害虫防除の実践で、ヤーコン、ウコン、アーモンド、クルミ、桜、モミの木、イチヨウ、ヤマモ、カリン、サザンカ、松、とちの木、楓、モミジ等を畠の中に植えている。四季折々の花がとってもきれい。ミカンの樹も、そこで仕事をしている人も、心がなごむ。ミカンの樹もストレスがなく温和になって、うまい果実がなる。とくに、3月から5月まで咲く桜の品種を植えていて、満開になったらすごい。その花が散る時の桜吹雪がミカン園に舞う。そうしたらまた、ミカンの樹が喜ぶ。お互いにエネルギーをもらっている。

ミカンづくりも最初は1haからスタートしたが、今では26haになった（内訳は、自園が9ha、17haは40名から借りている）

## 7. 耕作放棄園を引き受けて30haに

昭和から平成10年頃までは、ミカン畠を売る人、また貸す人は誰もいなかった。最近の農業情勢は急激に変化している。周囲のミカン生産者がどんどん辞めていく中で、その耕作放棄園を引き受けて、26haからあと2年で30haになりそうだ（予約がいっぱい入っている）。当地域の集落では毎年全園の3%が放棄されている。なんとかしたいけれど、うちも引き受ける限度がある。微力ながら、若い人の仕事場の確保と、農地の荒れるのを少しでもストップできるようにとの思いで引き受けている。

全国から若い男女が有機農業を目指してやってきて、現在15名になった。平均年齢は32才と若く、農業は経験のない人ばかりだがよく働き、剪定技術など、難しい仕事もすぐ覚えて、研究熱心だ。チームワークも良く、畠からよく笑い声が聞こえてくる。

畠は急傾斜の段々畠で、作業中に下の畠に落ちないように足を踏んばりながら、草刈りに剪定、肥料施肥、摘果作業と頑張っていく。簡単に26haと言っても、ほとんどの畠で農業機械が使用できないので、水田地帯の佐賀平野と比べたら、労力的にみても水田100haと同じ位に相当するだろう。

## 8.若い人を指導して農業を確立

若い人を指導して、有機農業を理解し、即戦力になる人と農業をしていく。これが日本の農業の発展につながると考えている。そして若い皆さんのが経営のパートナーとなり、共同経営の形を取りながら有機園場を増やしていく計画だ。

加工場も完成し、ミカン、ポンカン、イヨカン、清見、デコポン、甘夏、これらのストレート果汁100%のジュースを作っている。ドライフルーツ、各品種のジャム、マーマレード、ミカン酢と飲む酢、橙果汁、ミカンゼリーと、どれも人気がある。ミカンソフトクリームも酸味があり、ミカンの香りがしてなかなかの好評だ。6次化産業も若いスタッフ一同、新しいことにチャレンジして3年後、5年後の計画を練り、若い人が安心して働くことができるよう、日夜創造する農業を続けていきたい。

最後に一言、「心と体と地球にやさしい農業の確立」を。

# 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 瞳氏】

## 1. 経営概要

佐藤農場の柑橘園地は、日本三大稻荷の一つ祐徳稻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 - 33) 現在、柑橘園は 26ha と拡大し(温州 22ha、中晩柑(不知火、甘夏、清見、ハッサクなど)4ha) 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 13 名正社員) で、夫婦以外の平均年齢は 32 歳と若い。

栽培面積 26ha のうち有機 JAS 認定園は 20ha、生産量は 25 年産が約 300 t (青果 240 t、加工 60 t) 販売額約 8,000 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ない中で、毎年 200 円/kg 程度の単価で契約販売ができている。

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 12ha、早生 4.0ha、中生 3.0ha、普通 3.0ha 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、病害虫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 60 ~ 70%にも達するが、これによ



写真 II-33 園地再生で温州ミカンが復活  
(提供: 佐藤 瞳氏)

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、これら病害虫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とイタリアンライグラスの草生栽培を全園で行い、その根による土壤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



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）

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壤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、表層の土壤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-34)。これらの取組により、土壤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り、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2,000㎕/10a及びカツオエキス2,000㎕/10aを2~5月にそれぞれ1回土壤に施用している。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300㎕/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、地域の農家から稻わら、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サイズのミカン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. 園場・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-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



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 瞳氏)

ても 3 回で済ませている。

## 7. 病害虫対策

ミカン園の中に桜、カリン、ビワ、ヤマモモ、ツバキ、トチノキを防風林の代わりに植えて、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 力所なので、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弁を水圧で落とすと共に、枝を搖すり花弁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 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。

## 10. 流通加工・販売状況

全収穫量の 7 割が青果向け、病害虫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 - 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50,千本程販売したり、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、口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 - 38）。この他に、急速冷凍機で凍らせたミカンを有機栽培ミカンとして付加価値が付き600円/kgで、小さいサイズ（3S、2S）が主に年間10t販売している。ミカンゼリー、ミカンジャム、マーマレードも好評で順調に売れている。

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、青果の価格は取組を始めた頃の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る。

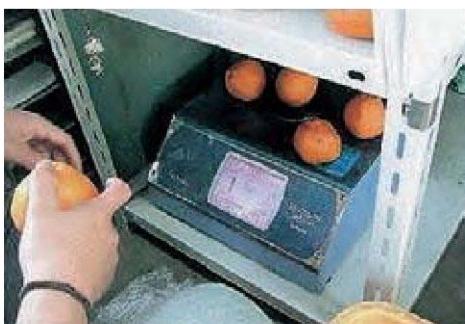


写真 II-37 非破壊糖酸度測定器による選別



写真 II-38 ジュース、マーマレード加工品

（本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』143～146ページに掲載されたものに加筆し、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである）

# 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力  
【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 力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 70 t 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 2 t /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。



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

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あるが、作業量が多いため隨時実施しており、平均的には 2 年に 1 回程度となる。但し、枯枝や病害虫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 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 - 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. 園場・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、单一草生栽培は味や病害虫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. 病害虫対策

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害虫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心がけている。

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。



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

（本文は、2013 年 3 月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』155~158 ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである）

# ミカン銘柄産地で有機栽培に賭ける

土づくりと雑草管理で病害虫を抑制  
【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 遠った生石山（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、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」を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 力所に分布し、概ね南向きの緩傾斜地が多く、日当たり、風通しども良い圃場である。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 30 cm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マムシ、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、またミカンナガタマムシ等で枯死株もあり、順次補植してい



写真 II-45 上野早生の着果状況

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つた。老木園でも最近は着果過多がなく、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

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

土壤診断を 2 年に 1 回実施しているが(簡易土壤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 ボカリ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 ボカリを自家で製造し、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 ボカリ 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 ボカリと混ぜたもので、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



写真 II-46 順次老木樹を若木へ更新中



写真 II-47 上野早生園の細根の発生状況



写真 II-48 草木堆肥の表面施用

る味の良いミカン作りを行っている。

## 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. 園場・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

病害虫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。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和歌山(和歌山県優良県産品推奨制度)に登録されている。

(本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』153~155ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである)



写真II-49 園地にはクモが沢山いる

# 400年余りの歴史を誇る有田ミカンの里で有機ミカン作り

【和歌山県有田市 みやい園 宮井公幸】

## 1. 経営概要

山の木は自然に青々と育っているのに、ミカン栽培には農薬・肥料等を多量に使用する現状に、若い時から疑問に思っていました。

1993年の春、船井幸雄先生の著書により「EM」と出会い、1994年よりEMを導入し無農薬・有機肥料栽培に、約5aから取り組み始めました。取り組み始め時は順調でしたが、5年目ごろからヤノネカイガラムシが発生し始めました。

2000年の暮れに、会社勤めを辞め専業となり、2001年10月に、「紀州大地の会」の一員として約30aを有機JAS認証圃場にし、2005年には全圃場の約161aで認証を受けました。

圃場は、有田市を東西に流れる有田川により南北に二分されている北側にあり、標高は約20~150mです。圃場数は、9園地で6力所に分かれています。

経営耕地は、161aすべて果樹園で、温州みかん約140a、雜柑類約20a。労働力は、父・妻・本人の3名です。

これからは、雜柑類（今は、伊予柑・ネーブル・清見など）の栽培を増やし、年中販売出来るようにしたいと思っています。

## 2. 栽培概要

古くからの産地であるため混植と老木も多くあり、ミカンナガタマムシ等による老木の枯死が多発したため、改植を進めています。

栽培品種は、極早生（日南、上野、大浦）が約25a、早生（宮川、田口）が約70a、中生（向山など）が約45aで、改植を進めている品種は宮川、田口早生で未成木園が多くあります。

1995年から数年にわたり、紀州大地の会が主催した財団法人然農法国際研究開発センター京都試験場職員による定期的なEMの勉強会が開催されました。これにより、EMの使用法、有機栽培の基礎が身に付きました。なお、「有機JAS認証」も公益財団法人自然農法国際研究開発センターから受けています。

## 3. 土づくり・施肥

土づくりは草生栽培を基本と考えています。春草は刈らずに倒し、夏草は6~10月までに2~3回刈ります。

施肥については、2011年よりEMボカリとHDM堆肥を使用しています。EMボカリの成分は、水分：23.8%、N：3.4%、P：3.0、K：1.2%、C/N比：12、HDM堆肥の成分は、水分：14.9%、N：4.0%、P：0.9、K：0.6%、C/N比：9.8です。

2013年の施肥時期と施肥量は、次のとおりです。

春肥（3~4月）	EMボカリ	約250kg/10a
秋肥（10~11月）	HDM堆肥	約240kg/10a



有機有田ミカン園（現地見学圃場）

Ca 補給（2月末） シーサーさんご 約 120 kg / 10a  
ミネラル補給（5月） あらびき天日原塩 約 25 kg / 10a  
完熟収穫で出荷（10～1月）のため、隔年結果が多くなる傾向があります。

#### 4. 病害虫対策

農薬は出来るだけ使用したくありませんが、ヤノネカイガラムシには3月にマシン油乳剤を散布し、雑柑のかいよう病には4月と6月にアビオンE加用でICボルドー66Dを散布しています。

EM 敷布により、病害は少なくなったと思われます。ゴマダラカミキリにバイオリサ（糸状菌）を5～6年使用しましたが、今使用を休止しています。効果はありますが、手間と金額がかかりすぎるためです。ミカンナガタマムシには、今のところ有効な手段がありません。ゴマダラカミキリ、ミカンナガタマムシの対策として樹勢を保つことであると思っています。

初期は、アブラムシやサビダニの発生もありましたが、アブラムシについては最近問題にしなくなり、サビダニについては発生しても木の一部でおさまっています。

#### 5. 販売

農家にとって販売ほど大変なことはありません。とくに有機農産物の販売には、新しい流通ルートを開拓する必要があります。

幸い私たちが所属する「紀州大地の会」は、代表の園井信雅氏の努力により首都圏の直販チェーン店などを開拓。初期から古田耕司氏、松坂計弥氏および私の各農家が力を合わせ共同販売しています。

また、農家個別での販売も実施し、新規販売ルートも開拓中です。



有機ミカンの試食販売（左から、古田氏、本人、松阪氏）

#### 6. 今回の現地見学圃場

2003年9月に有機管理を開始して、2004年10月に有機JAS認証を受けました。圃場面積は19aで、栽培品種は、極早生（大浦、一部を日南）早生（宮川）、中生（向山）の混植です。今年は、4月3日にマシン油乳剤（ハーベストオイル）を散布しました。

古果園の古田耕司さん（本資料集42～44ページ）も紀州大地の会のメンバーですので参考ください。

# 農業の6次産業化による地域活性化への挑戦！

I C T 農業システムで美味しいみかんを作る  
【和歌山県有田市 農業生産法人 株式会社早和果樹園 代表取締役 秋竹新吾】

## 1. 早和果樹園のこれまで

日本一・有田みかんは 440 年の歴史  
昭和 54 年、7 戸の農家が早和共撰を設立  
後継者が育つ（7 戸に 4 名）  
平成 12 年に法人化。組織的な農業実践により考え方が変わる。思いっきり前向きに！

## 2. 早和果樹園の概要

名称 株式会社早和果樹園  
代表者 代表取締役社長 秋竹新吾  
役員 取締役 7 名監査役 1 名  
従業員 46 名（役員含む正社員 35 名、常勤パート 11 名）  
資本金 8,502 万円  
創業 昭和 54 年（早和共撰組合として）  
会社設立 平成 12 年 11 月 1 日（現在は第 15 期目）  
主な業務 みかんの生産、撰果、受託、農産加工、販売、酒類の販売



## 3. 経営理念

- 社是 「にっぽんのおいしいみかんに会いましょう」
- 私たちは、豊かな自然と人々の丹精によって育まれた「日本の農業」を継承、発展させ「農」を核としたビジネスを開拓します。
  - 私たちは、お客様の信頼を得ることを第一の目標とし、品質の向上に努め、安全、安心、健康・満足をご提供します。
  - 私たちは、一人ひとりが夢と目標を持ち、日々の仕事を通じて、会社と社員の未来のために、たゆまぬ努力と研鑽を続けます。
  - 私たちは、郷土和歌山に誇りを抱き、その豊かな未来のために、企業活動を通じて、積極的に貢献します。

## 4. 味へのこだわり

マルチ栽培、「味一みかん」を増産

全天候型の美味しいミカン栽培に向け最新技術を導入

「マルドリ方式」

「出来たミカンじゃダメ、作ったミカンでないと！」

新宿高野社長「生産者の心を伝える」



まるどりみかん

## 5. 農産加工へ 加工部門導入のきっかけ

特産有田みかんに付加価値を

ジュースを搾る。味一しづく原料は「味一みかん」。糖度12度以上の特別美味しいミカン。搾り方は世界でも珍しいチョッパー・パルレバーしづく



## 6. 販路開拓

美味しいジュースができたが、売り先がない

和歌山県アンテナショップ開店、東京有楽町東京ビックサイト「アグリフード EXPO」、幕張メッセ「FOODEX」商談会へ出展

社員全員で試飲・試食販売

飲んでもらわないと分かって貰えない。「とれとれ市場」「黒潮市場」「近鉄百貨店」「高速サ - ビスエリア」「伊勢おかげ横町」へ土日・祭日は年中試飲販売。全国の百貨店・高級スーパーの催事へも、社員が店頭に立つ。一瞬、固唾を飲んで反応を待つ。「みかんだ~」「めっちゃ美味しい!」と感動。「でも私には買えない」

年間試飲カップ65万個、65万人のお客様に直接対峙。生産した者の心のこもった説明。商品の良さ・特徴を強烈にアピール。

お客様視点の商品作りに役立つ。



アグリフード EXPO



FOODEX・JAPAN



高木美保さんも「味一しづく」ファン



近鉄百貨店での催事



伊勢神社「おかげ横丁」試飲試食販売

## 7. 早和果樹園ブランドの確立へ 東京で広がりを見せる

有名各百貨店、高級スーパー。超高級ホテル「ザ・ペニンシュラ東京」の各部屋に。

「空飛ぶ・ミカンジュース」 トルコ航空・ANA・JALに。

テレビ、新聞などメディアに ワールドビジネスサテライト、TBS「ひるおび」

海外へも展開 香港・シンガポール・台湾・ドイツ・ベルギーなど



「評判！なかむら屋」 TV 取材



羽野晶紀さん 味一ジュレ絶賛！



「週末の探検家」 水野裕子さんと共に演

味にこだわりを持った商品づくり

- 加工品開発は「有田ミカンに特化！」
- メーカーは新商品を出せないようになら終わりだ
- 新商品は景気活性化の源。
- 美味しいミカン栽培 = こだわりの加工品
- 原料の良さを商品に

- ・ 食品の安全・安心を追求
- ・ 和歌山県食品衛生管理認定制度
- ・ 「HACCP システム導入営業」として知事認証を受けている  
ブランド化商標登録

自社商品を守る商標登録 「味一しほり」、「味まろしほり」、「てまりみかん」、早和果樹園、「みかポン」、「飲むみかん」

プレミア和歌山認証 味一しほり、味ージュレ、てまりみかん、黄金ジャム  
味ースーパープレミアム「早和果樹園」

日本一高い！みかんジュース。500ml、3,150円。糖度13.5度以上

みかん栽培50年の集大成。日本一みかん産地に、日本一のミカンジュースがあつていい！

有田みかんのジャム「黄金ジャム」

黄金柑入。サライ編集長が絶賛。「意外性と着眼点が面白い」

91%果汁のゼリー「味ージュレ」

新食感！。水を一切加えず、ストレート果汁をゼリー化。お中元に受注殺到。

味ージュレてまりイン

味ージュレに、てまりみかんを入れています。「ほんものの美味しい」に、まるごとみかんのインパクト

「てまりみかん」

3Sサイズをまるごとビン詰め。みかん好きにはたまらない！ プレミア和歌山特別賞受賞

有田みかんのポン酢「みかポン」

お鍋に、ギョーザ、焼肉、サラダ、焼魚、唐揚、冷や奴、オニオンスライスには最高！

試食販売 人気No.1！



味ースーパープレミアム



有田みかんのジャム「黄金ジャム」



91%果汁のゼリー「味一ジュレ」



てまりみかん



味一ジュレてまりイン



有田みかんのポン酢 「みかポン」

## 8. 早和果樹園のファン作り

最終のお客様との結びつき

- リピートの受け皿は、電話、FAX、ホームページ
- 顧客リスト 年2回のダイレクトメール、お中元、お歳暮、「味一通信」
- 自社にアンテナショップを・・・京阪神からお客様が現場を・・  
第11回 アグリファンクラブ IN 早和果樹園
- 収穫・撰果・農業体験にお客さま 300名
- バーベキュー、光センサー選果体験、ゲーム、もち投げ



第11回アグリファンクラブ 収穫体験

## 9. 効率的なみかんの生産に向けて

個人栽培農園を直営農場化

タイムカードを打ってミカン畑へ。全雇用労働で

団地化と園内道 優良品種への改植

効率の悪い急傾斜畠園地を、少しでも効率化を図る

農業法人で働きたい

正社員 35 名、常勤パート社員 11 名。今春新入社員 5 名（大卒、短大卒）

ICT 農業でみかん農業の改革を！

みかん栽培に「クラウド」コンピューティング利用

- 富士通が農業に ICT を。早和果樹園で実証実験
- 我々の勘と経験、気象、栽培マニュアル、  
を膨大なデータとして取り込む。美味しい  
みかん作りのシステム農業へ
- 早和果樹園、県果樹試験場、富士通の一体  
的取り組みで成果を
- 「勘と経験、どんぶり勘定の」農業から「デ  
ータ・精密」ミカン栽培へ。味一みかんの  
増産。コスト管理の徹底。儲かるミカン作  
りへ
- 担い手のないミカン畠の受け皿になれる  
可能性大きい



スマートフォン・フィールドサーバーを活用  
し、データを収集

## 早和果樹園プロジェクトの実証実験概要

テーマ：味一みかん3倍化（ブランド再生）による地域活性化！！



ICTを活用した営農支援サイクルの実証と地域活性化へのモデルづくりを目指しています。

変わり始めたワークスタイル

感覚で見ていた園地を、データから見直す！！

ICTで見えるもの

ミカンのコスト見える化、高コスト要因の追求！

### クラウド・ICT システム経営への変革

生産・加工・流通販売、財務・労務管理を一体的にし、ICT システムを構築。経営の見える化。  
県企業ソムリエ委員会認定。

## 作業履歴+気づきの声！

## 感覚で見ていた園地を、データから見直す！！

## ICTで見えるもの みかんのコスト見える化、高コスト要因の追求！



### 10. 人材育成 = 企業成長

経営は、人が人のためにやっている活動だから、経営に関わる人が幸せにならなければ意味がない。組織（チーム）は、その中で働く者個々が、成長しなければ企業の成長はない

#### 社長のリーダーシップ

社員が持っている力を最大限引き出しながら会社全体を動かし、将来の希望ある会社の姿を描き、そこに至る道筋を示すことにある

#### 経営指針の明確化

#### 経営理念、経営方針、経営計画

#### 和歌山大キャリアデザイン入門講座

早和果樹園の新商品開発・マーケティングの学び。6名のグループワークで、60チームが商品化のアイデアを競う。11週にわたり講義や自発的な学びを通じて、実際の地元企業の取り組みを体験、新商品を考える。各グループからのプレゼンをコンテスト。最優秀賞は早和果樹園で商品化を現在進行中



和歌山大キャリアデザイン入門講座

# 鶴田有機農園の概要

## 1. はじめに

1994 年設立。代表は鶴田ほとり。資本金 1500 万円。役員 5 名、従業員 14 名（うち 1 名研修生）。柑橘園 11ha（造成中を含めると 14ha）9 団地。販売品種 15。9 月の早生レモンから翌夏 7 月の河内晩柑まで周年（長期間）出荷。主力品種は不知火、甘夏、レモン、はるかなど。

当園のある熊本県芦北町田浦は甘夏ミカンの日本一の産地でしたが、現在は面積が最盛時の 4 割に減り、廃園が目立っています。原因是、地形上急傾斜園地が多く、機械化や作業効率が悪いこと、開園し全盛期を担った第一世代が高齢化して引退したこと、甘夏や次に導入した不知火などの売上げが低迷していることなどです。

その中で鶴田有機農園は、高齢化した経営者の園地を引き受けたり、自園の隣接地を説得してまとめ、園地改造し新植したりの規模拡大方針をとっています。少しでも園地の維持や当地方の柑橘経営に希望を持ってもらえるように努めています。

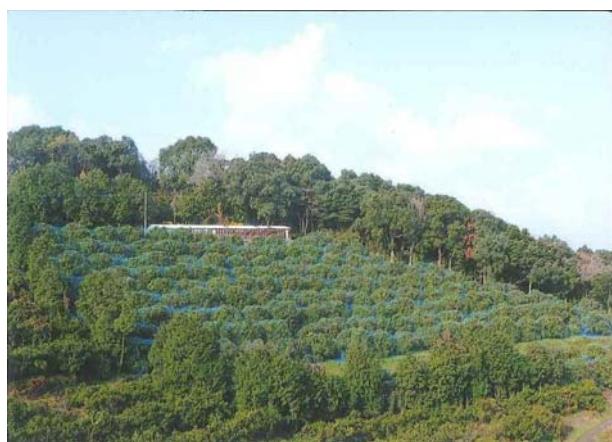
また、都会で農業、特に果樹栽培に興味を持つ新規就農希望者を研修生や職員として受け入れ、技術修得の上、独立や圃場支配人として担える人材の育成にも取り組んでいます。

## 2. 病害虫防除

病害虫	防除時期	防除頻度	有機 JAS 栽培	減農薬栽培
そうか病	5 ~ 7 月	多発時のみ	イオウフロアブル	デランフロアブル
黒点病 かいよう病	6 ~ 7 月	定例	IC ボルドー マシン油	+ 混用で ジマンダイセンなど
カイガラムシ類	冬期	定例	マシン油	マシン油または石けん液
ダニ類	夏期	多発時のみ	マシン油	マシン油または石けん液 + ダニ剤
天牛	7 ~ 9 月	定例	バイオリサ	バイオリサ



不知火（デコポン）の収穫期（1 月中旬～2 月下旬）



斜面を利用した柑橘園（不知火）290a の一部

### 3. 除草

肩掛け式草刈り機にて年間 4~5 回刈り払い。

### 4. 施肥

モグラ A 堆肥 (20kg 袋) を 3 月、6 月、9 月の年 3 回に分けて 10aあたり 20~35 袋 (甘夏 30 袋) を草の上から手散布で施用。

### 5. 栽培品種と面積

温州 (40a) レモン (205a) 甘夏 (130a) はるか (180a) 不知火 (400a) せとか (70a)  
ネーブル (40a) セミノール (75a) その他 7 品種 (260a)

# 参考資料

- 「有田ミカン」の歴史
- 耕地生態系を支える構成要素と機能
- 耕地生態系の機能を高める有機栽培技術の基本
- 果樹の有機栽培実施上の課題と対応策
- 有機農業の研修受入先をご紹介ください
- 有機農業に関する相談の問い合わせ先
- 有機農業実践講座の開催のご案内



# 「有田ミカン」の歴史

【有田地方環境保全型農業研究会 宮本 久美】

## 1. はじめに

和歌山県有田地方は、温州ミカンの栽培面積 3,863ha（2010 年センサス）生産量約 9 万トンで、約 3,900 戸の販売農家がいる日本一のミカン産地である。ミカン栽培の歴史は 430 年以上で、昔も今も変わらない石垣階段園のミカン山が有田川を中心に広がっている。この「有田ミカン」の歴史について、概要を紹介する。

## 2. 有田地方でのミカン栽培の始まり

現在食用とされている柑橘類の起源地は、インド・アッサム、中国・雲南、南アジア諸国といわれる。最近のミトコンドリア・DNA 分析では、シトロン、ブンタン、ミカンの 3 種が柑橘栽培品種の生物学的基本種であると考えられている。起源地周辺では、これら基本種間の自然交雑から多数の雑種が生まれたと推定される。日本では、橘（たちばな）とシークワーシャは元々自生していた在来品種だと認められているが、これ以外の柑子（こうじ）、九年母（くねんぼ）、小ミカン、キンカン等は中国大陸から伝來したものである。大陸との交流窓口は九州西部にあり、ここで伝來した柑橘の試作・育成が行われたと推定されている。なかでも、小ミカンは肥後の国八代郡高田村でまとまって栽培され、12～13 世紀には鹿児島、大分にも栽培が広まっていたといわれる。

一方、有田郡糸我庄（現有田市糸我町）では、15 世紀中頃にはすでに蜜柑が栽培されていたことを示す文献が多数あり、有田地方のミカン栽培は 15 世紀室町時代から始まったといえる。そして、この蜜柑は、おそらく小ミカンではないかと推定されている。

### コラム 糸我稻荷神社

「糸我社由緒書」（宮司・林周防著、1810）によると、創建は 652 年で京都伏見稻荷大社より 60 年古く、我が国最古の稻荷社として知られる。熊野三山への参拝道である熊野古道脇（有田市糸我町）にあり、上皇・貴族が参拝の途中で奉幣されたとある。「糸我社由緒書」には、室町時代初期（1429～1440）に糸我庄中番村に橘一樹があり毎年実を結び、その味は蜜のようで蜜柑と号す、と記載されている。この品種が何かは不明だが、肥後八代では 12～13 世紀に既に小ミカンが栽培されていたことから、小ミカンではないかと推定される。

## 3. 「紀州ミカン」のルーツ

江戸時代に隆盛を極めた有田蜜柑は「紀州ミカン」である。この起源として伊藤孫右衛門による移植説が有力である。伊藤家は代々続く農家で、孫右衛門が糸我庄の村長のときに、肥後国八代郡高田村（現熊本県八代市）に蜜柑という果物があり収益が大きいとの評判があり、上司の命を受けて肥後に向かった。門外不出の特産品の苗木を苦心して譲り受け、1574 年（安土

桃山時代初め)に有田に持ち帰った。この蜜柑は、有田にすでにあった蜜柑よりもさらに味の優れた優良品種の「小ミカン」であったと推定される。孫右衛門は持ち帰った苗の一部を自園に植えて育成し、これを在来の蜜柑に接ぎ木して味の良いことを確認し、近隣に広めたという。慶長年間(安土桃山後期 1596~)には糸我、宮原、保田、藤並の各庄で増殖され、生産量を増やして域外にも流通した。これが品質の良さから「紀州蜜柑」として各地で名声を得、その後の有田蜜柑産業の発展へとつながった。

#### コラム 伊藤孫右衛門

伊藤孫右衛門は肥後国八代から品質の優れた高田小ミカンを持ち帰り、有田地域に普及させた。「伊藤孫右衛門こそ有田柑橘界の興祖」であるとして、大正4年(1916)有田市糸我町の有田公園内に孫伊右衛門を顕彰する碑が建てられた。また、彼の子孫で伊藤家21代目にあたる伊藤一美氏の園には、紀州蜜柑発祥の地という石碑が建立されている。

#### 4. 江戸時代の「有田蜜柑」

慶長年間(1597~1614)には、紀州蜜柑を小舟に積んで大阪、堺、伏見方面へ出荷するようになった。寛永11年(1634)には、宮原(有田市宮原町)の滝川原藤兵衛が、紀州蜜柑400籠(1籠15kg)を初めて江戸に出荷した。この大阪~江戸のミカン輸送には、堺の商人が1619年に興した菱垣廻船(ひがきかいせん)が利用された。有田産は、品質・形ともに他産地よりも優れていたため高値で販売されたという。その後、江戸への出荷量は増え続け、元禄年間には25万~30万籠(約4,500t)へと拡大し、江戸末期には100万籠(約15,000t)に達したと記録されている。

出荷容器は竹で編んだ籠で、原助籠とも呼ばれ、紀州蜜柑を4貫(15kg)詰めて上面に石菖の葉をのせ、縄で果実がこぼれないように縛る荷姿であった。すべての籠には荷親(みかん庄屋)の家紋入りの札があり、蜜柑を小売りに販売した後で籠は問屋に返され、生産地の荷親に戻ってくるというリサイクル方式であった。一部に木箱による出荷もあった。



菱垣廻船の模型(物流博物館)

#### コラム 紀伊国屋文左衛門

紀州湯浅の出身で江戸時代元禄期の商人。半ば伝説の人物で、貞享2年(1685)海運の途絶えた嵐の中を「ふいご祭り」に必要な蜜柑を江戸まで届け、喝采を浴びたと伝えられる。有田蜜柑を江戸で売り、江戸で仕入れた塩鮭を上方で売って大金を得、それを元手に江戸で材木問屋を開いたといわれる。

「沖の暗いのに白帆が見える。あれは紀の国みかん舟・・・」(蜜柑摘み唄、かっぽれ等)

## 5. 生産者出荷組織「蜜柑方」

蜜柑の藩外への輸送と販売を円滑にするために組織化されたのが蜜柑方制度で、今でいう共同出荷組織である。この中心は各村々をまとめた組株であり、各組株には荷親と称する責任者があつて、その荷親を中心に運営されていた。組株組織の始まりは明暦2年（1656）で、10組から始まり、江戸では7軒の問屋を指定して売り捌いた。その後、出荷量の増大と共に組株数、問屋数は増加していった。元禄11年（1698）には「蜜柑方江戸贈定法書」が定められ、生産者と荷親、積合問屋などの役員と売り捌き問屋等、関係者間の約束事が明確にされ、流通システムとして確立していった。

### コラム 輜(ふいご)祭りと紀州蜜柑

轜（ふいご）は火をおこすために空気を送り込む道具で、昔の金属の精鉄や加工には欠くことのできないものだった。全国的に、旧暦11月8日には、鍛冶屋、刀工、鑄物師などが仕事を休んで稻荷神社に詣で、轜祭りを行った。轜祭りは京都や江戸で特に盛んで、轜の風を受けて溶けた鉄の炎がミカンの色に似ていたなどの説があり、感謝と繁荣を祈願して轜にミカンを供えた。轜祭りのミカンを食べると風邪やはしかにからないと信じられていたため、夕方から門前で餅やミカンをまいて近所の子どもにふるまつた。江戸の町には「町内に伊勢屋、稻荷に犬の糞」と川柳に歌われるほど稻荷神社の数が多く、轜祭りのミカン需要は相当なものだったと思われる。東京神田にある金山神社（東京都千代田区岩本町）では今でも毎年轜祭りをやっており、轜祭りに紀州ミカンを運んだ紀伊国屋文左衛門の伝説を縁に、東京の金山神社と有田の「紀伊国屋文左衛門を偲ぶ会」との交流が始まった。（Wikipediaと毎日新聞2009.1.7付から引用）

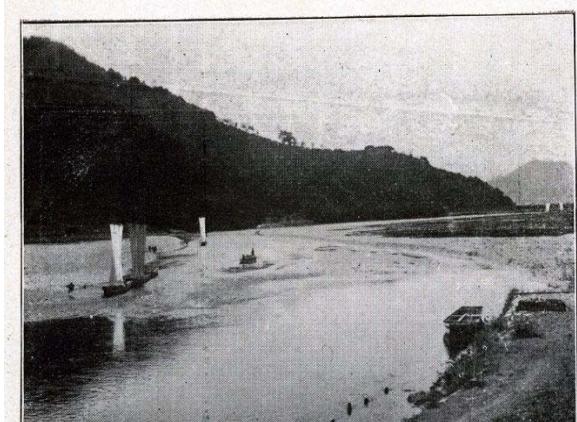
## 6. 紀州蜜柑の輸送

生産者は収穫した蜜柑を選果して籠に詰め、最寄りの積み込み場所（船場）に組株ごとに運んだ。これを「ひらた舟」と呼ぶ底の浅い川舟に積み込み、有田川河口の北湊まで運ぶ。動力は3枚帆の風力で、風の無い時は川原から人力で前引きしたという。有田川にかかる橋は「むかで橋」形式で、船の通過の度に板をはずしたりつけたりしていた。北湊まで運ばれた蜜柑は天甫（てんぼ）と称する荷揚げ場で岡役に引き渡された。岡役は出荷組合ごとの数量を把握して積み分け、大量の蜜柑を本舟に積み込む段取りを行う。岡役によって整理された各組の蜜柑は、「地の島」（有田市初島沖にある無人島）付近に停泊している本舟まで瀬取（せどり）舟で運ばれた。本舟に積み込まれた蜜柑は江戸や尾張方面に送られたが、風任せの運航で、江戸まで15～30日もかかったという。幕末には大型船が主流となり、7～10日で届くようになった。

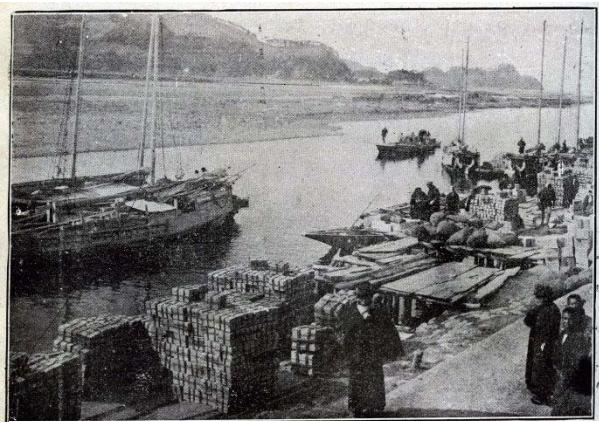
## 7. 紀州藩の保護施策

初代紀州藩主徳川頼伸は、室町時代より続いた戦乱で疲弊した農民の生活を立て直すことが藩財政にとって重要と考え、紀州蜜柑の植栽を奨励した。耕地の少ない有田地方では、山の斜面を開墾して石垣を積み、蜜柑園を開いていった。同時に、紀州藩は、紀州蜜柑の輸送と江戸における流通システムで特別な保護政策をとった。蜜柑方制度では江戸における蜜柑全体の総責任者として3名の肝煎り（きもいり）を置いているが、藩はこの肝煎り3名に紀州藩士と同等の資格を与え、特別な待遇で江戸での仕事がしやすい環境を作った。紀州蜜柑の荷揚げ港には紀州専属の荷揚げ場が設置され、蜜柑船が港に着くと「紀州家御用」の高張提灯を付けて江

戸の問屋衆が出迎えるのが習わしであった。また、万一問屋の蜜柑代金が滞った時には紀州藩の威儀で解決したという。元禄 11 年（1698）紀州藩は蜜柑に対し御口銀と称して税金を課すようになり、藩財政に大きく貢献した。



有田川蜜柑船



箕島港より積み出し当時の状況

## 8. 「温州ミカン」の導入

鹿児島県長島で偶然生まれた温州ミカンは、大果で食味の優れた柑橘であったが、種無しということが武家社会では忌み嫌われ、栽培は長い間広がることはなかった。しかし、江戸後期になると好んで食べる人が増え、有田でも 1830 年頃には一定量栽培されていたことが文献から伺える。明治時代に入ると温州ミカンの人気は高まり、有田では、他産地に先駆けて本格的に温州ミカンを栽培し始めた。明治 14 年（1881）には東京神田の青果市場に初めて出荷し、大変美味と評判になり高値で取引された。これを契機に、紀州蜜柑から温州ミカンへの更新が農家の間で増えていった。

明治 20 年（1887）には、有田市の上山英一郎が北米に初めて有田ミカンを輸出した。上山英一郎は、渦巻き蚊取線香「金鳥」で有名な大日本除虫菊（株）の創業者で、ミカン産地に除虫菊栽培を普及した。1960 年代まで、ミカン山と白い除虫菊が有田地方の風物詩であった。

### コラム 温州ミカンの起源

今から 500 ~ 600 年前の室町～戦国時代に、鹿児島県の長島（鹿児島県出水郡長島町）で、中国から持ち込まれた柑橘の種から偶然生まれた偶発実生であり、日本原産の品種であるとほぼ確定されている。中国では明の時代であり、明と日本の往来は遣明船しか許されていなかった。遣明船にはたくさんの貿易商人が乗っていた。これらの商人かあるいは船員が、ミカン類の産地である黃岩（浙江省台州市黃岩区）付近から柑橘果実を日本に持ち帰り、寄港地である長島でその種子から偶発実生が発生したものと推察されている。これが温州ミカンのルーツであり、この中国から持ち込まれた柑橘品種が何であったのかについては、いまだ不明である。



温州ミカン結実状況と収穫



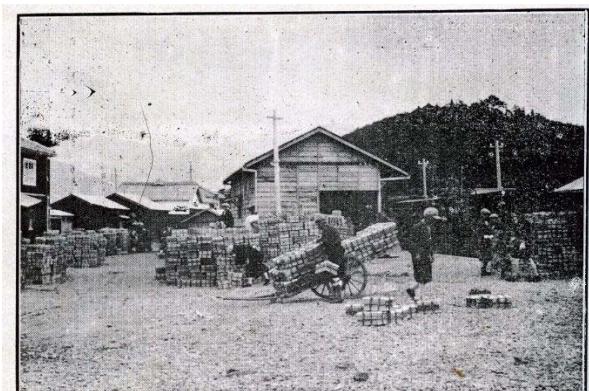
温州ミカンの荷造り

## 9. 紀州有田蜜柑同業組合の設立

明治維新で紀州藩の後ろ盾を失った蜜柑方は、政治・経済の大きな変化に翻弄されて、組織の紆余曲折を繰り返した。しかし、ついに明治38年（1905）郡行政機関の指導の下で、蜜柑方に変わる新しい共同販売組織として「紀州有田柑橘同業組合（農林大臣認可）」が結成された。当時の蜜柑栽培者3,791人のうち3,448人が参加して結成された郡民総意の組織であり、これが大正、昭和へと継承されていった。また、1899年の農会法成立で、有田にも農会が組織され、ミカン生産技術の改良や農家同士の交流拠点となっていました。1911年には、郡農会が有田ミカンのための園芸試験場を田殿村井ノ口（現有田川町大谷）に設立した。その後、県に移管されて現在の県果樹試験場になった。

## 10. 海上輸送から陸上輸送へ

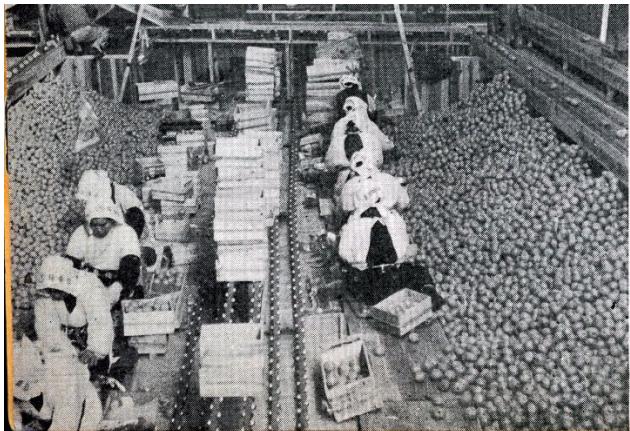
明治22年（1889）に東海道線が全通し、熊野灘経由の海上輸送から大阪経由の陸上輸送へと変わった。大正13年（1924）には紀勢西線（現紀勢本線）が箕島まで開通した。さらに、宮原駅（1925）、藤並駅（1926）、湯浅駅（1927）と開通したことにより、有田川による北湊への舟輸送はなくなり、すべて貨物列車による出荷に切り替わった。これによって天候に左右されない計画的な出荷が可能になり、その後の有田ミカンの発展につながった。戦後、高度経済成長とともに高速道路網が全国に整備され、今ではほとんどがトラック輸送に変わっている。



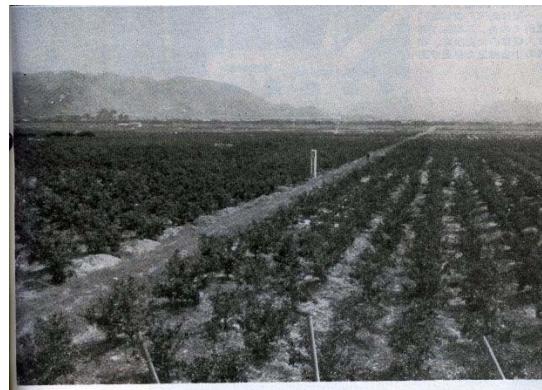
藤並駅でのミカン積み込みのようす

## 11. 戦後の「有田ミカン」

明治時代の産業組合と農会は、第2次世界大戦中に戦時下統制組織として農業会に統合改組され、食料・軍需物質の供出を担わされた。戦後、農業会は廃止され、農業協同組合法（1947）により各地に単位農協と県連合会が設立された。和歌山県果実農業協同組合連合会（県果実連）は昭和26年（1951）に設立され、農業基本法の制定（1961）以降、急激に増えた和歌山県産ミカンの生産、流通、販売に大きな役割を果たした。しかし、全国的な生産過剰によって1970年代には価格が大暴落し、これを契機に産地間の品質競争が激化した。最近は、生果の消費全体が落ち込む中で農協の役割は変わってきている。



選果場での選果荷造り（「和歌山の果樹」1961）



水田転換園でのミカン増殖（「和歌山の果樹」1966）

有田地方は、先述したような古い歴史を持ち、他産地とは異なる地域独自の流通販売形態をとって発展してきた。現在、有田ミカンの流通販売経路には、JA 系統出荷、個選共販、個選、商系の 4 つがあり、系統出荷の中にも JA 直営共撰、生産者が運営する地域共撰、農業法人がある。JA の系統出荷率は約半分で、個選の比率が高い産地である。ミカン栽培に適した気象・土壤・立地条件と産地全体の高い栽培技術が「有田ミカン」ブランドを支えてきた。70 年代の大暴落後も、生産面積、生産量はほとんど変わらず維持し続け、今では全国の温州ミカン出荷量の約 10% を有田ミカンが占めている。しかし、後継者不足と高齢化は年々深刻化を増しており、先人に学ぶ進取の取り組みが必要になっている。

## 参考文献

この拙文は、主に以下の文献を参照し、一部はそのまま引用し、適宜、Wikipedia 等のインターネット情報を確認してとりまとめた。たくさんの文献、資料を収集され精査されて報告をまとめられた御前明良氏、及び、「紀伊国屋文左衛門を偲ぶ会」（会長・蔵野圭一）に敬意を表する。また、柑橘類及び温州ミカンの起源については、堀内昭作氏の論文が興味深く、参考にさせていただいた。

- 1) 御前明良、「紀州有田みかんの起源と発達史」、和歌山大学経済学会・経済理論別冊、第 292 号 97-118、1999 .
- 2) 紀伊国屋文左衛門を偲ぶ会編集、「有田みかんの歴史をさぐる」、1-30、2012 .
- 3) 堀内昭作、「身近な野菜・果物～その起源から生産・消費まで（4）カンキツ（）ウンシュウミカンの来歴」、日本食品保藏科学会、34（3） 151-160 .

## 参考資料：有田市みかん資料館「みかんの歴史」（引用）

- |               |  |
|---------------|--|
| 1429 ~ 40 年   | 糸我荘に自生の橘があったと記録されている。（糸鹿社由緒書 14）         |
| 1524 ~ 27 年   | 接木が始まり蜜柑の木が植やし育てられる。                     |
| 1574 年        | 伊藤孫右衛門が肥後八代より蜜柑の苗木を持ち帰ったと伝えられる。（紀州蜜柑伝来記） |
| 1601 年        | 有田郡で蜜柑が栽培されていたことが記されている。（須谷村検地帳）         |
| 1597 ~ 1614 年 | このころから大阪、堺、伏見へ初めて蜜柑を積み出す。（紀州蜜柑伝来記）       |
| 1619 年        | 堺の商人が紀州富田浦から 250 石積みの船を借り受け、江戸への海上交通を開く。 |

1632 年	滝川原村の藤兵衛が初めて江戸に 400 瓢の蜜柑を送ったと伝えられる。（紀州蜜柑伝来記）
1624 ~ 43 年	蜜柑の出荷販売組織、蜜柑方が逐次生まれた。
1685 年	紀伊国屋文左衛門が嵐について江戸に蜜柑を送ったと伝えられる。
1698 年	紀州藩が「蜜柑御口銀」として蜜柑税を徴収。（紀州蜜柑伝来記）
1734 年	中井甚兵衛「紀州蜜柑伝来記」を記す。
1813 年	このころ有田郡で温州蜜柑の栽培が始まる。（紀州柑橘論）
1876 年	金屋の片畠源左衛門、夏蜜柑を山口県萩より導入。
1887 年	有田郡の上山英一郎が北米に蜜柑を輸出。
1897 年	朝鮮へ蜜柑を輸出。
1913 年	田殿村大谷に試験場完成、新進気鋭の農学士朝倉金彦氏を場長に迎える。
1958 年	有田市千田東地区で全国のみかん園で初めてのスプリンクラー共同かん水が始まる。
1959 年	蜜柑 15kg ダンボール使用開始、LMS の呼称採用。

# 耕地生態系を支える構成要素と機能

## 1. 有機栽培と慣行栽培の違い

自然生態系において土壤生成の原動力であり、主体となっているのは、植物や土壤生物である。これら生物量の豊否が土壤の化学的・物理的機能の発現量に大きく関わっていることは、土壤学、生態学、生物学、地球科学等の各学問分野における広範な研究によって、明らかにされてきている。従って、地上部と地下部の生物量を高めることにより、ある一定レベルまで土壤の「植物生産機能」を高めることが可能である。

しかし、農業という経済活動においては効率性、作業性が重視されることから、単位面積当たりの収穫量を短期間に増加させ、大きさや外観品質、食味を向上させるための栽培技術が発達し、育種もそれを前提に行われてきた。すなわち、養分が不足すれば化学肥料を与え、土壤が固くなれば耕起を行い、病害虫が発生すれば殺虫剤や殺菌剤を散布し、雑草が養分や日光を競合すれば除草剤を散布するという技術である。これらは「速効性が高く」、栽培上の「問題点をピンポイントで解決」でき、さらに農家にとって特に「高い技術は必要としない」ため、すぐに普及拡大し、近代的な栽培技術として次々に採用してきた。これにより20世紀後半から、作物を高収量で安定的に生産できるようになってきた。

このため、現在のほとんどの農家には、土壤の機能が、「土壤養水分を蓄える培地」か「植物を支える支持体」程度にしか認識されていないのではないかとさえ危惧されるほど、「本来の土づくり」があろそかにされているように見られる。各都道府県の土壤改良目標においても、土壤の化学性、物理性に重きが置かれ、土壤生物に端を発する土壤機能についての指標は僅少である。

一方、有機農業は、「土壤が本来有する機能を発現させる」ことが基本となっており、慣行栽培に取り入れられてきた上記技術は基本的に実行できない。そのため、有機栽培農家は「緩効的あるいは遅効的」であり、「総合的に問題点を解決」し、「農家の技量や知識に依存する」農業技術の修得が必要となってくる。従って、慣行栽培に慣れ親しんできた農家が有機栽培を行うに当たっては、初めて直面することが多く、迷いが多いことは容易に推測される。

そのため、有機農業を理解するにはまず、耕地生態系や土壤機能の複雑な関わり合いについての知識を学び、理解することが肝要である。現在、有機栽培を実践している農家は、栽培を通して土壤の変化、作物の反応（生育、収量、品質、病害虫など）等を観察・記録し、その土地に最も適した有機栽培体系を模索しながら構築してきている。また新しい有機農業技術の導入を試行錯誤しながら取り入れて適用性について検討を行っている。

現在の有機農業技術レベルは、化学肥料や化学合成農薬を施用しなかった昭和初期の栽培方法に戻っているわけではなく、分子生物学、生化学、物理学、植物学、動物学、昆虫学、微生物学、土壤学、作物学、園芸学、生態学などの各学問分野において、分子、組織、個体、個体群、生態系の各レベルで長年研究が行われ、「自然の本質」を追求することによって得られた研究成果によって、有機農業技術のメカニズム、適応性や有効性の範囲が明確になりつつある。

以下本項では、有機農業の可能性について理解を深めることを目的として、有機農業技術の基礎をなす自然生態系機能のうち、主として有機栽培の土壤管理技術を支える研究情報を中心に紹介する。

## 2. 土壤動物の機能

土壤中には種々の生物が存在しており、大きく土壤動物と土壤微生物に分かれる。土壤動物のバイオマスは、土壤微生物より少ないが、土壤の物理性の向上と維持という面では、なくてはならない存在である。金子（2007）は、既存の土壤動物生態研究を引用し、自然土壤、いわゆる「発達した土壤」は、生物によって作り出される様々な機能的な場（Domain）を構成していることを説明している。

デトリタス圏（落葉層で細菌やカビによる有機物が進行する。土壤動物の餌となる。）

根圏（根から糖類やアミノ酸などの形で微生物に利用しやすい炭素、窒素源が供給され、微生物が増加する。また根や根に共生する菌根菌が土壤から水分と栄養塩類を植物に運ぶ。）

土壤孔隙圏（土壤の隙間は土壤生物のすみかとして重要な意味を持つ。）

団粒圏（保水と排水の両方の機能を持つ。）

ミミズ生活圏（土壤に穴を開けるだけでなく、様々な作用を引き起こし、土壤を改変する。）

シロアリ圏（集団で巣を作り、土壤に孔隙を開け、多量の有機物を移動させる。巣の周辺では栄養塩類の集積が起つたり、他の土壤動物の生息が変化したりする。）

アリ圏（同上）

図 - 1 は、上記 のドメインを示している。このように土壤を巨視的から微視的まで階層的に見ると、多種多様な生物が、それぞれの生活空間を確保し、物質循環と複雑な生物相互作用を行っていることが分かる。金子（2007）は、土壤が土壤として存在・維持されるには土壤生物の働きが必須であり、土壤動物の機能は特に重要であると述べている。

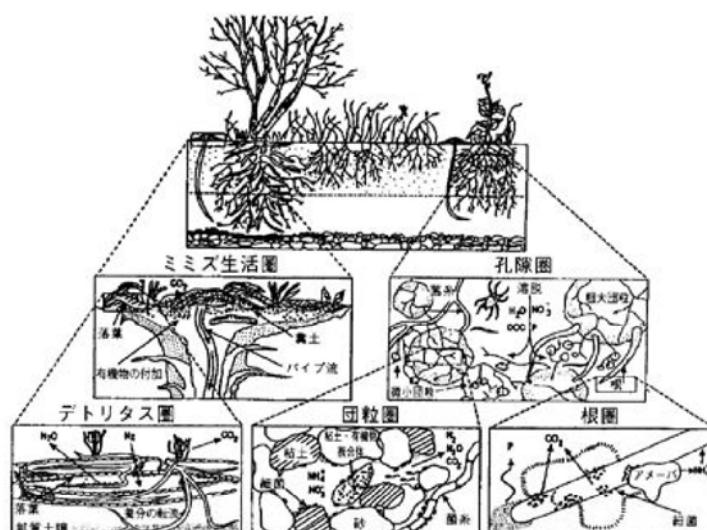


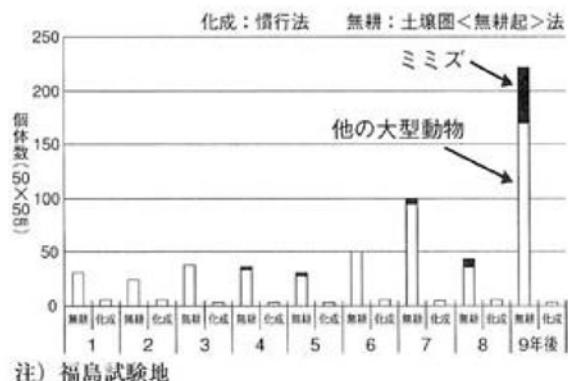
図 I - 1 土壤の生物多様性が生態系の構造と機能に階層的に影響する因子（金子 2007）

各ドメインは、ミミズ生活圏（Drilosphere）、土壤孔隙圏（Prosphere）、デトリタス圏（Detritusphere）、団粒圏（Aggregatusphre）、根圏（Rhizosphere）。

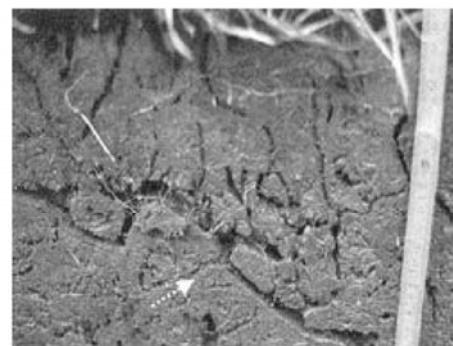
このような多種多様で豊富な土壤動物を増加させるためにはどうしたらよいかであるが、中村(2005)は、不耕起、無農薬、前作残渣被覆、雑草刈取り放置でダイズとオオムギを9年間栽培し、土壤中の大型動物の数と種類を詳細に追跡している。その結果、不耕起無農薬栽培区のヒメミミズとササラダニの種数と個体数は、実験開始1年目から慣行栽培区に比べて高く、その後も経過年とともに増加する傾向が見られた(図-I-2)。ミミズの数は4年目から増加し、9年目には1m<sup>2</sup>当たり200個体以上になっていた。

農耕地土壤にミミズ(大型ミミズ)が出 現すると、その他のヒメミミズ、トビムシ、ササラダニ及び他のダニの個体数を増加させる(図-I-3)。これはミミズが土壤中に作るミミズ孔が重要な役割を果たしているとされている。ミミズ孔の壁にはつやつやした層(厚さ1~2mm)が形成される(写真-I-1)。この層にはミミズの粘液がしみ込んでおり、微生物が繁殖し、微生物食性のトビムシやセンチュウが多く、中村(2005)は、ミミズ孔が土壤生物の世界を創っていると説明している。

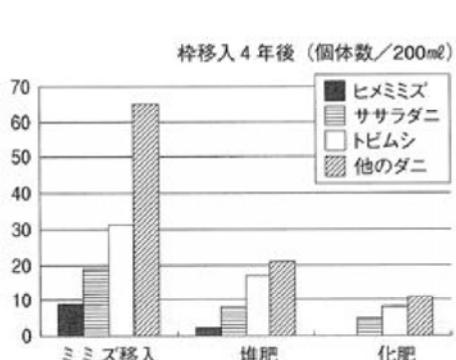
有機物とともにミミズを入れて作物を栽培すると、ミミズ無投入区に比べて収量が高くなる(中村2005)。これはミミズ孔による巨大な通気孔や透水孔を形成すると共に、ミミ



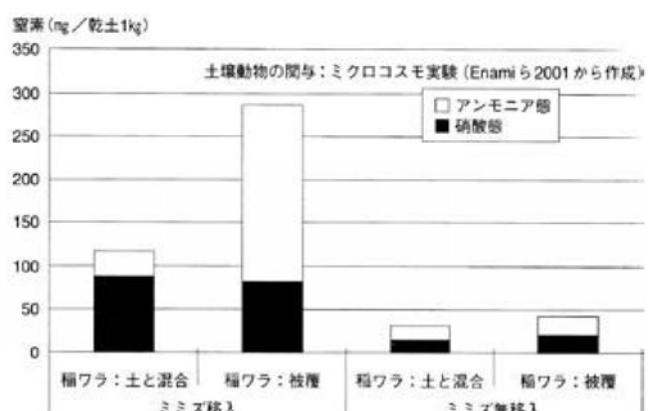
図I-2 不耕起・無農薬・前作残渣被覆・雑草刈取り放置処理(無耕区)と慣行栽培処理(化成区)が土壤中の大型土壤動物個体数の年次変動に与える影響(中村2005)



写真I-1 ミミズが地中で動き回ることによってできるミミズ孔(中村2005)



図I-3 ミミズ移入による土壤動物数の効果  
(中村2005)



図I-4 ミミズの移入による窒素の変化  
(中村2005)

表 I -1 センチュウの食性による分類と生態（岡田 2002 より作表）

肉食性	大型で口腔に歯を持ち、他の線虫や微小動物を食べる。
雑食性	太い口針を持ち、有機物粒子や単細胞藻類等を飲み込む。
細菌食性	口針がなく、土壤水分中の細菌を飲み込む。3日で1世代を経過するなど増殖が速い。土壤の他、有機質堆肥中にも生息する。
糸状菌食性	口針を菌糸に突き刺して養分を吸収する。細菌食性に次いで増殖が速い。有機質堆肥にも生息する。一部の種は、植物病原菌に対する防除資材として利用されつつある。
植物食性	口針を植物根に突き刺して養分を吸収する。根の内部に進入して植物体全体の生育を阻害するネコブセンチュウ、シストセンチュウ、ネグサレセンチュウなどから、根の周辺にとどまり、根毛を摂食する程度のものまで程度も様々である。

ズ糞が団粒構造を発達させるなど、土壤物理性を向上させたことに加えて、土壤養分供給能力を向上させる化学的効果があることも認められている。土に稻わらを表面施用と鋤込み施用を行い、それぞれにヒトツモンミミズを入れたところ、ミミズを入れた処理区で土壤中の無機態窒素量が増加していた（図 - 4）。またミミズを投入した場合であっても、稻わらを土壤中に鋤込むよりも被覆した方が、効果が高く現れていた。これは、ミミズを介した有機物分解は、ミミズの生態特性によるものが大きく、自然状態と同様に粗大有機物は土壤表面に施用した方が、効率が高いためと考えられる。ミミズは地表の有機物を孔の中に引き込み、摂食、消化し、廃棄物により低分子化された窒素化合物が土壤中に放出している。すなわち果樹及び茶の有機栽培において、施用した有機物の肥効を高めるためには、土壤動物のすみかと餌となる植物残渣を土壤表面に施用し、さらにその地域に生息するミミズを積極的に投入することが一つの肥培管理技術として有用と考えられる。ミミズはいわゆるデトリタス連鎖の中では、有機物分解の最初の段階に位置する動物であるため、ミミズの積極投入により、たとえ C/N 比が高く、分解性の低い有機物であっても比較的早期に無機化を促進させることができるとされる。

土壤動物の中でセンチュウ類は、ネコブセンチュウ、ネグサレセンチュウ、シストセンチュウなどの植物寄生性のものが作物に加害するので、悪いイメージを持たれている。しかし、センチュウの種類は、調べられているだけで 2 万種に上り、その生態や生活環も多種多様であるが、その実態について多くは知られていない。岡田（2002）は、センチュウを食性から 5 つに分けている（表 - 1）。

このように作物に加害するのは植物食性のみであり、自然土壤では、雑食性、細菌食性、糸状菌食性センチュウが 90% 以上を占めるとされている。また肉食性、雑食性、細菌食性、糸状菌食性のセンチュウは、土壤中の有機物分解に大きな役割を果たしている。さらに病原糸状菌を食べるセンチュウも存在している。細菌食性と糸状菌食性センチュウは、窒素の無機化に大きく貢献していることが分かっており、種々の C/N 比をもつ有機物を施用し、センチュウを投入すると無機態窒素濃度が高くなり、しかも C/N 比が高くなってしまっても、窒素無機化速度があまり低下しないので、ミミズ同様、土壤肥沃度の向上に貢献していると言える。

岩切（1986）は、花崗岩、三紀層、玄武岩の母材の異なる 3 地点のミカン園において、除草剤（プロマシルとパラコート）を運用している園と除草剤無使用園のセンチュウを調査している。その結果、全ての除草剤連用園では、植物寄生性センチュウの割合が高く、

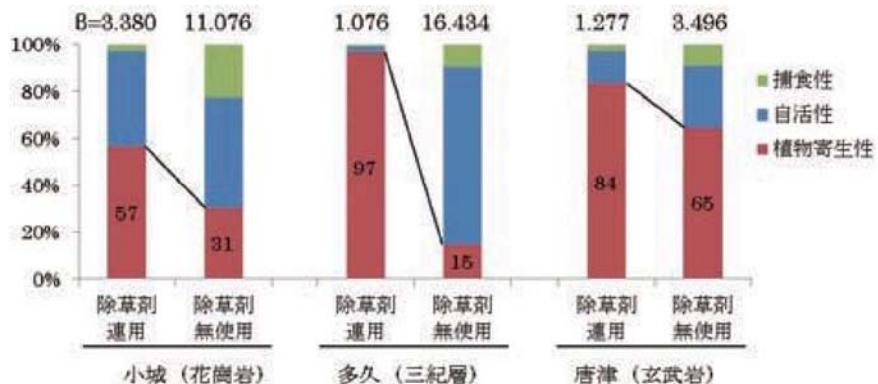


図 I - 5 センチュウの食性割合 (0~10cm 土壤 100mL 当たり、1974年10月28日)  
(岩切 1986 より作図)

多様性指数  $\beta = \frac{N_1(N_1-1)}{\sum n_i(n_i-1)}$  ただし、 $N_1$  は総個体数、 $n_i$  は第  $i$  番目の個体数とする。

中でもミカンネセンチュウが圧倒的に優先していた(図 - 5)。一方、除草剤無使用園では、植物寄生性センチュウの割合は3地点の全てにおいて減少しており、その代わりに植物に無害で土壤生成や養分循環に寄与する自活性センチュウ(雑食性、細菌食性及び糸状菌食性)と捕食性センチュウの割合が増加していた。またセンチュウの多様性指数が高いほど、植物寄生性センチュウの割合が低下していた(図 - 6)。このことから、除草剤を使用せず、ミカン園を雑草草生管理することが、土壤中の生態系を量、質ともに豊かにし、センチュウの多様性を高めたために、植物寄生性センチュウ割合が減少したものと考えられる。

土壤中には肉食性センチュウだけでなく、原生動物、ミミズ、クマムシ、ダニ、甲虫等多種多様な動物が生息しており、これらの一部はセンチュウを捕食して生活している(写真 - 2)。センチュウは土壤中の個体数が多いことから、多くの土壤動物の餌ともなっており、有機栽培の果樹園における土壤養分動態に対する影響も大きい。

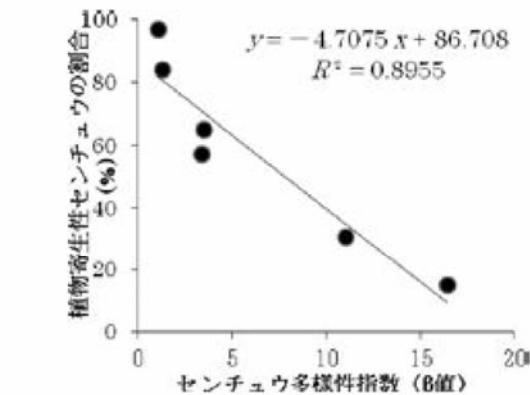


写真 I - 2 センチュウ(左)を食べるクマムシ(右)  
(中村 2005)

土壤動物の中で、トビムシは中型乾性動物類の中で、サララダニと共に密度が高いため、「土のプランクトン」と言われておらず、様々な動物の餌となっている。一方、トビムシは病原性糸状菌を摂食することにより、病害を抑制する機能を有している。中村(2005)によれば、寒天培地上に病原糸状菌を繁殖させ、トビムシをその容器に入れると、表面の菌糸を移動しながら摂食し、その行動様式はトビムシの種類や病原糸状菌の種類によって異なったという。例えばアイロハゴロモトビムシは、白紋羽病菌を培地表面がツルツルになるほどに食べるが、培地は食べなかった(写真-3)。ヒダカホルソムトビムシでは、菌糸を食べ終わった後に、菌糸の増殖により変色した培地を食べた。土壤中において、菌で育ったトビムシは根の周囲を徘徊し、菌糸を食べるが根は食べない。これを応用してトビムシ移入実験をしたところ、キュウリつる割れ病(開花まで)、ダイコン萎黄病(発芽から3週)、キャベツ苗立枯病(発芽から3週)、アズキ白紋病(発芽から3週)の感染抑制が確認されている(中村 2005)。



写真 I-3 アズキ白紋羽病菌を食べ、病害発生を防ぐアイロハゴロモトビムシ  
(中村 2005)

### 3. 土壤微生物

土壤中に最も多量に存在している生物は、微生物である。土壤中に生息する微生物の種類は、分類学上も進化過程においてもかなり広範にわたっている。原核生物では真正細菌と古細菌、真核生物では菌類と原生動物に大きく分類される。細胞の大きさは  $0.2 \sim 10 \mu\text{m}$  ( $1 \mu\text{m} = 0.001\text{mm}$ ) と小さく、代謝活性は非常に高く、栄養やエネルギーの獲得方式も多岐にわたるため、土壤中の化学変化の中心を担っている。繁殖力が旺盛で、例えばブナの葉1枚を分解する糸状菌の菌糸長は 5000m とも言われる。土壤微生物の作物生育との関わりに関する一般的な機能については、次節で解説するので、ここでは有機栽培に特徴的なことを紹介する。

岩切(1986)はミカン園での除草剤影響試験において微生物相の検討を行ったが(図-7)、除草剤を使用

すると微生物相からみると好ましくないカビ型土壤になり、(放線菌+細菌)/糸状菌で計算される指数が低くなかった。さらに糸状菌フロラはペニシリウムやアスペルギス属などが減

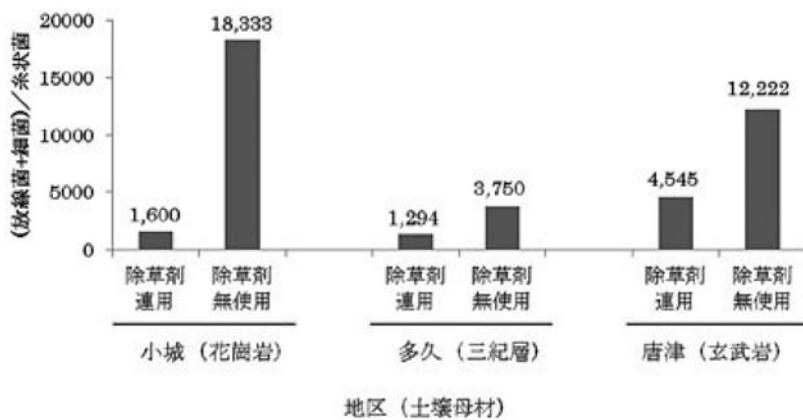


図 I-7 糸状菌に対する放線菌と細菌の比 (岩切 1986 より作図)

り、土壤病害菌種が多いフザリウム属の比率が増加している。これは、除草剤使用による園地への有機物還元量の低下、表層土壤団粒の崩壊、土壤 pH の低下、地温や土壤水分の変化による土壤性状の悪化が主因と考えられている。一方、除草剤未使用の園では（放線菌+細菌）／糸状菌の指數が高く、病害発生が少ない、健全な土壤微生物相を形成しているとみられる。

このように、除草剤の使用は土壤生物の減退を導き、土壤微生物相を病害に侵されやすい環境に導くことがある。一方、有機栽培では除草剤が使用されないため、植生が存在し土壤に有機物が蓄えられ、土壤生物が豊かになり、土壤微生物相もカビ型になりにくいと考えられる。

#### 4. 菌根菌

糸状菌には、植物の根に共生して土壤からリンなどの養分を吸収し、宿主植物に供給すると共に、植物からは光合成産物などを獲得しているものがある。一般に菌根菌と呼ばれ、植物に感染することにより、養分吸収能力が飛躍的に向上するほかに、耐乾性、耐塩性、耐病性などのストレスにも強くなると言われる。宿主、菌種、形態から、アーバスキュラー菌根、外生菌根、内外性菌根、エリコイド菌根、アーブトイド菌根、モノトロポイド菌根、ラン菌根の 7 つに分類されており、陸上植物の約 8 割は、いずれかのタイプの菌根を形成していると言われている(日本生態学会 2011)。菌根菌と植物の関係については、すでにデボン紀から植物と菌根菌の共進化が始まっていることが、分子系統樹を照合することにより明らかになっており、植物が過酷な環境下でも生育を可能にしてきた鍵となっている。果樹においてもほとんどの樹種で菌根菌が感染することが知られている(写真 - 4)。有機栽培では、肥料が有機態であるため、一旦、土壤微生物による分解を受けてから植物に供給されるために、肥効が遅いことが問題となる。しかし、菌根菌の感染によって、吸収しにくい有機態養分を効率よく吸収できると考えられる。

菌根菌の興味深い特長として、「菌根ネットワーク」が挙げられる。菌根菌は、宿主範囲が広いために、近隣に 2 つの植物が存在すると、両方に感染してしまい、2 つの植物がつながる状態が生じる。これが「菌根ネットワーク」である。その場合も、それぞれの宿主植物から光合成産物を受け取り、土壤から必要な養分を菌根を介して宿主に供給するが、例えば宿主 A が窒素不足の場合は、マメ科植物の根から窒素化合物を受け取り、宿主 A に供給したり逆に宿主 A の近くに存在するリンをマメ科植物に供給していることが明らか



写真 I-4 クリの菌根 (石井 2007)

上：アーバスキュラー菌根 (60 倍拡大)  
下：外生菌根 (20 倍拡大)

になっている。光合成産物も同様に他の宿主に供給されるという。このような互助システムは、植物の安定的な養分吸収に大きく貢献していると考えられている。

このような機能性の高い菌根菌ではあるが、菌根菌が宿主に感染しにくかったり、機能が低下する場合がある。その原因の1つは土壌への殺菌剤散布であり、感染率が半分以下になる例もある。2つ目は、土壌中の可給態リン酸濃度が50ppmを超える場合には、感染率が大きく低下する。これについては現在、植物ホルモンであるストリゴラクトンの根からの分泌量が減少して、菌根菌の感染誘導を行わないためと説明されている。以上、2つの菌根菌の感染抑制因子については、有機果樹作では生じにくい状況であると考えられ、菌根菌は有効に機能しているとみられる。菌根菌は、政令指定の土壌改良材として登録され、有効性が確認されており、育苗時に優良菌株を接種することが効果的である。またナギナタガヤなど草生栽培は、土壌中の菌根菌密度を高め、果樹根への感染率を高めることが明らかとなっている。

## 5. 病害拮抗微生物

土壌微生物は、他の生物と同様に土壌中で生存するための戦略を持っている。土壌中では、栄養や生息空間の競合が生じてあり、特定の微生物は抗菌物質を生産していると考えられている。最もよく知られたものは抗生物質であり、産業的に多量に生産されているが、土壌中における生産量についての知見は、根圈などの限られた範囲でしか得られていない。しかし、植物病害を抑制する働きのある多くの微生物が単離されている。石井(2007)は、ナギナタガヤとバヒアグラスが果樹の重要病害である白紋羽病菌の生育を阻害したことを報告している。メカニズムについては、それぞれの草種組織から分泌・揮発する物質などを検討する必要はあるとしているが、これらの草種には拮抗菌が生存していたことを明らかにした。拮抗菌と白紋羽病菌を対峙培養すると明らかに阻害効果が見られる(写真-5)。なお、実際の発病抑制効果については、今後明らかにしていく必要がある。

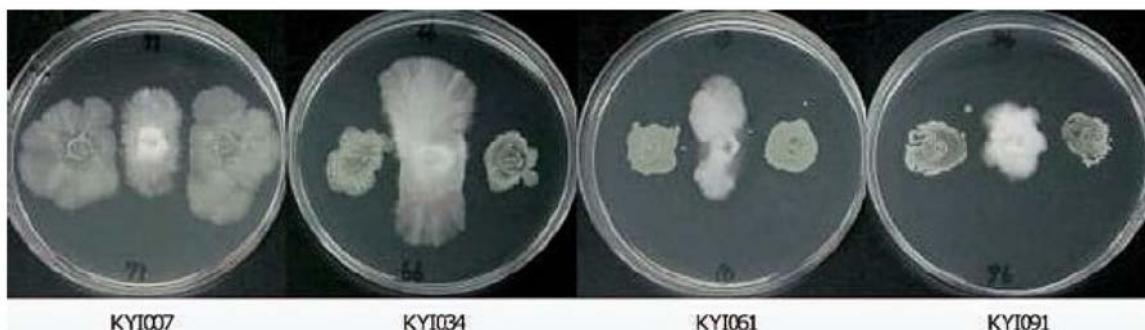


写真 I-5 ナギナタガヤ及びバヒアグラスから分離した白紋羽病菌にたいする拮抗微生物（石井 2007）

中央に白紋羽病菌を、その左右に拮抗微生物を置床した（培養4日後）。

## 6. 窒素固定

窒素養分は植物にとって必須であり、植物が生育する上では最も欠乏しやすい元素である。特に農業において窒素養分は、収量や品質に大きな影響を及ぼすため、農業者による肥培管理の中心となっている。

自然界では窒素施肥は行われていないが、植物は土壌等から窒素養分を吸収し、生育しており、その給源のほとんどは窒素固定であると考えられる。窒素固定は、微生物がATPを

用いて大気中の  $N_2$  ガスをアンモニアまで還元して体内で同化するものである。植物は微生物が同化した窒素を吸収したり、共生関係にある場合はアミノ酸やウレイドなどの形態で直接、微生物から供給されていることが明らかにされている。

窒素固定は、土壤中の窒素濃度が高い時には行われない。これは窒素固定の主体であるニトロゲナーゼ酵素の活性阻害レベルやニトロゲナーゼ遺伝子の発現レベルなど、各段階において制御されているためである。つまり土壤中の硝酸態窒素やアンモニア態窒素濃度が高いと微生物は窒素固定を無理に行わず、土壤中の無機態イオンを吸収するのである。さらに無機態窒素濃度が高い時には、窒素固定菌であっても脱窒を行い、土壤中の無機態窒素濃度レベルを下げるものまで存在する。

サトウキビは窒素固定菌をエンドファイト（内生菌）としていることが知られており、植物体内で窒素固定が行われている。図 - 8 はサトウキビ 3 品種を用い、硝酸態窒素の添加を途中で中止した時に窒素固定が回復し、窒素固定寄与率（固定された窒素が全窒素中に占める割合）にどの程度影響を与えるかを調べた結果である（西口ら 2005）。硝酸態窒素を 90 日間与え続けると窒素固定由来の窒素は、3 品種とも 10% 程度であるが、栽培途中で硝酸態窒素の供給を停止すると品種間差は見られたが、窒素固定の抑制要因がなくなり、大幅に窒素固定量が高まった。このように窒素固定は無機態窒素濃度により鋭敏に反応し、コントロールされている。

慣行栽培においては、アンモニア態窒素を中心とした施肥が行われており、土壤中の無機態窒素濃度が比較的高いため、窒素固定は行われにくいと考えられている。窒素固定が効率的に行われる原因是、マメ科植物と根粒菌の関係であるが、ダイズ慣行栽培においても、根粒着生を促進するために、優良な根粒菌の接種と窒素肥料の減肥はセットで考えられている。

有機栽培においては、有機物が分解してアンモニア化成が行われ、さらに硝化によって硝酸が生成するため、土壤中の無機態窒素濃度は比較的低く安定して推移していると考えられる。このため、窒素固定を阻害及び抑制する要因は低く、窒素固定菌の基質は多く供給されるので、窒素固定活性は高いと考えられる。しかし、高温時に易分解性有機物を多量に施用した場合は、化学肥料を施用した場合と同じ状況になるため、窒素固定が阻害されることはある得る。

## 7. リン溶解菌

リンは石油と同じように有限資源であり、資源枯渇が叫ばれている。リン資源国であるアメリカや中国の輸出制限や生産コストの増加、それに伴う価格上昇は、リン資源を 100%

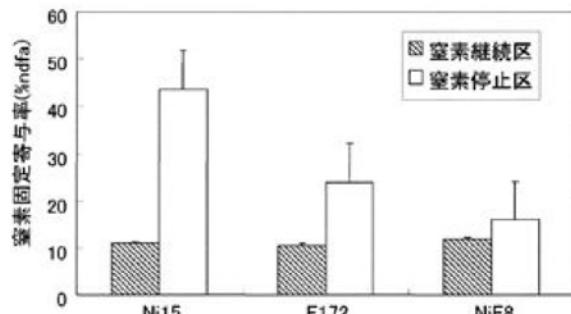


図 I - 8 サトウキビ 3 品種において硝酸態窒素の添加が窒素固定寄与率に与える影響  
(西口ら 2005)

窒素継続区 : 0.5mM  $KN^{15}O_3$  を 90 日間継続施用  
窒素停止区 : 後半の 45 日間を無窒素で培養  
垂線 : 標準偏差

輸入に依存している我が国にとっては喫緊に解決すべき大きな問題であり、リン資源の有効活用とリサイクルは将来にわたる必須課題である。

リンは、土壤に施用されるとその多くがカルシウムやアルミニウム、鉄などと結合して不可給態化する。また植物に一度取り込まれたリンもフィチン酸の形態となり、難分解であるため肥効を期待しにくい。さらにリンは過剰障害が出にくい元素であり、農家は毎年多量に施用するので、日本の農耕地土壤には多くのリンが蓄積していると言われる。このような難溶性リンを土壤微生物が溶解し、植物に供給していることが明らかになっている。リン溶解菌には硫黄酸化細菌、硫酸還元菌、有機酸生成菌が含まれるが、果樹栽培では有機酸生成菌が働くものと考えられる。

西尾・木村（1986）は、有機酸生成型のリン溶解菌を利用したリンの溶解・供給技術を開発した。土壤にはすでにリン溶解菌が多く存在している。そこに易分解性有機物を施用すると、リン溶解菌が急速に増殖して有機酸を生成し、土壤中の不可給態化したリン酸塩を溶解する。溶解したリン酸はその近隣の通常微生物にも吸収されてバイオマスリンに変換される。やがて微生物が死滅すると、自己溶解が生じ、核酸やリン脂質などの比較的吸収性の高い化合物が細胞外へ放出される。菌根菌菌糸が近くにあれば、それらのリン化合物を効率的に吸収できるということになる。有機栽培では、易分解性有機物を施用することも多いので、この技術は利用しやすく有用と考えられる。

有機態リンのほとんどはフィチン酸の形態をとるが、土壤に生息する糸状菌の多くが強いフィターゼ産生能をもっている。フィターゼはフィチン酸を分解する酵素であり、フィターゼ高生産菌分離株と作物残渣や緑肥作物、雑草などの植物資材を組み合わせて施用することで、フィチン酸分解菌の密度を高め、有機リン分解活性を向上させることが可能である。

## 8. 土壤酵素

これまで土壤中の生物が耕地生態系を形成すると共にお互いにバランスを保ち、土壤中の物質循環を担っていることを解説してきた。しかし、生物でないものも物質循環に関わっている。それが土壤酵素である。土壤生物は植物根を含めて、死滅すると自己消化あるいは微生物分解により細胞内容物が土壤中に放出される。その中には各種の土壤酵素が含まれている。また土壤微生物が菌体外酵素として生産している。

代表的なものはタンパク質を分解するプロテアーゼ、糖類の加水分解を行う $\beta$ -グルコシダーゼ、リン酸エステルから無機リンを放出する fosfataーゼなどである。これらの酵素は粘土化合物や有機物等に結合して安定化し、活性を呈すると考えられている。

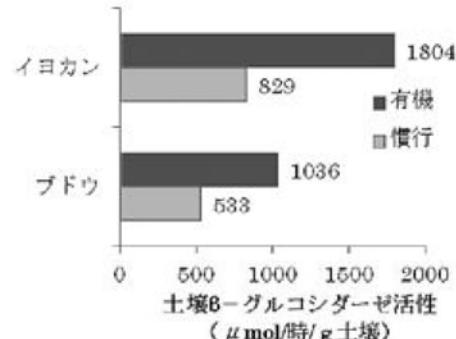


図 I-9 有機及び慣行栽培におけるイヨカン及び  
ブドウ園の土壤 $\beta$ -グルコシダーゼ活性  
性比較  
(愛媛大学農学部附属農場の実証調査結果)

図 - 9 に伊予柑及びブドウ園の土壤  $\beta$ -グルコシダーゼ活性の比較を示した。イヨカン及びブドウ園とも有機栽培区の活性が高く、慣行栽培で低下していた。これは有機栽培区の土壤微生物が植物残渣や有機質肥料を分解するために、菌体外酵素を多量に分泌していることを示していると考察される。各土壤酵素活性と土壤肥沃度との関係を解明する研究も行われており、 $\beta$ -グルコシダーゼ活性は、比較的相関係数が高いとされている。

## 9. 耕地生態系を活かす有機栽培への期待

土壤微生物の機能は、土壤肥沃度を左右する重要な因子であるため、長年、土壤微生物研究が進められ、その中で種々の有用な微生物の特性が明らかになり、農業技術として利用されてきた。しかし、研究が進むにつれて、低栄養微生物や培養ができない微生物の存在が明らかとなり、さらにそれらの微生物が土壤微生物の多くを占めることが分かってきた。

一方、遺伝子解析を基礎とする分子生物学の技術革新が急速に進み、生物のポテンシャルを遺伝子で解析できるようになってきた。今までブラックボックスであった土壤微生物の世界に新たな光が差し込み始めている。例えば、FISH 法は細胞の形態や分布などの位置情報を残したまま、特定の機能（遺伝子）を持っている微生物だけを光らせることができるために、微生物機能と生態の両方の情報を手に入れることができた。また DNA-SIP 法は、安定同位体元素でラベルした物質（基質）を用いることにより、その物質を分解できる微生物だけを選択的に検出することが可能となった。さらに土壤微生物全てを検出するメタゲノム解析まで可能な時代になってきた。しかしながら、土壤微生物生態の全体像を解明するには、さらなる研究が必要である。これらの研究成果が有機農業の技術として活用できるようにするためには、官民を挙げた応用研究が不可欠であり、これら基礎・応用研究が加速されることを期待したい。

生物には恒常性を保とうとする能力（ホメオスタシス）があり、免疫機能など、健康な状態に保とうとする機能を備えていることが知られている。一方、自然生態系には、多様な植物、動物、微生物の各生物個体や個体群が、ちょうど細胞組織や器官のように機能を発揮し、バランスを取ることにより、ある一定の平衡状態に保つ働きがあることが示されている。安定した生態系の中で果樹や茶の栽培を行うことは、作物にとっても好適条件であると言える。永年性作物の有機栽培は、基本的に不耕起であり、土壤表面には有機物が施用され、土壤生物が多量に繁殖・生息するため、野菜や穀物栽培よりも農耕地生態系レベルが高く維持される。しかしながら、病虫害が多量に発生した場合には、生態系のバランスの崩れがないかをチェックし、原因を取り除いたり、管理法を改善する必要がある。また有機栽培農家は、害虫のみならず、多量に存在する土壤動物にも注意し、「農家は土を育て、土が作物を育てる」という意識を持つことが肝要である。

また肥培管理については、土壤が本来有している養分供給能力、作物が本来有している養分吸収能力を最大限に生かすことが、有機栽培を成功させる鍵になるので、長期的な見通しに立った土づくりを行うことが必要である。

## 引用文献

- 1) 石井孝昭 (2007) 草生栽培と土壤微生物相 . 農業技術体系 果樹編 第 8 卷 共通技術 (草生管理 - 草生栽培をめぐる新研究) 草生管理 3 ~ 6-1-8

- 2) 岩切 徹(1986)土壤生物相の変化(樹園地).農業技術体系 土壤施肥編 第5-2巻 樹園地の土壤管理(土壤変化の動態と要因)樹園地 7-12
- 3) 岡田浩明(2002)土壤生態系における線虫の働き:特に無機態窒素の動態への関わり.根の研究 11(1): 3-6
- 4) 金子信博(2007)『土壤生態学入門 - 土壤動物の多様性と機能 -』.東海大学出版会
- 5) 中村好男(2005)『土の生きものと農業』.創森社
- 6) 西尾道徳・木村龍介(1986)リン溶解菌とその農業利用の可能性.土と微生物.28: 31-40
- 7) 西口友広・清水友・大田守也・佐伯雄一・赤尾勝一郎(2005)<sup>15</sup>N同位体希釈法によるサトウキビの固定窒素量の推定.宮崎大学農学部研究報告, 51:53-62
- 8) 日本生態学会(2011)シリーズ 現代の生態学 11 微生物の生態学.共立出版

(本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』12~21ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである)

# 耕地生態系の機能を高める有機栽培技術の基本

## 1. 土づくりと施肥管理が有機栽培を安定化させるメカニズム

有機 JAS 規格の原則の一つとして、「土壤の性質に由来する農地の生産力を発揮させること」が明記されている。永年性作物の有機栽培においても、土づくりを計画的に行い、チェックし、改良を行うことで、土壤の総合的な生産力が向上し、高品質な作物を安定して生産させることができる。

永年性作物の植物栄養学的特徴は、単年性作物と違い作物体（樹体）の葉、茎、根部に養分をある程度蓄積することができる点である。中でも果樹は樹体が大きく養分蓄積量（リザーバー）が大きいため、供給源（ソース）である土壤養分や施肥管理が多少変化しても、単年性の作物ほどには生育や収穫物（シンク）に影響は現れにくい。そのため施肥の省力化を図ることから、一般に施肥回数は単年性作物より少なく、1回の施肥量が多い。しかし相対的に影響が出にくいということは、樹体の養分状態が欠乏状態であったり、アンバランスであったりする場合は、回復や矯正のために、ある程度の長い時間が必要になることも意味する。そこで、安定的に高品質の農産物の生産を行うためには、定期的に樹勢の観察を行い、リアルタイム診断等で養分状態を把握することが必要である。

### 1) 作物による有機態養分吸収

慣行栽培では化学窒素肥料が施用されると、土壤中で溶解し、アンモニア態窒素が放出され、一部は作物に吸収されるが、多くは土壤微生物により硝化作用を受けて硝酸に酸化され、作物に吸収される（図-1）。化学肥料由来の窒素は、土壤中で交換性アンモニアとして一時的な固定、土壤生物による有機化、溶脱や脱窒・揮散にも分配されるが、肥料の溶解から硝化、吸収に至る経路は比較的単純である。このため、速効性肥料であれば、施用後、速やかに作物へ吸収される。このことから生育ステージに合わせて肥効調整を短期間で簡単に行えると言える。また短期的な窒素吸収量が予測しやすいので施肥量

-1) 化学肥料由来の窒素は、土壤中で交換性アンモニアとして一時的な固定、土壤生物による有機化、溶脱や脱窒・揮散にも分配されるが、肥料の溶解から硝化、吸収に至る経路は比較的単純である。このため、速効性肥料であれば、施用後、速やかに作物へ吸収される。このことから生育ステージに合わせて肥効調整を短期間で簡単に行えると言える。また短期的な窒素吸収量が予測しやすいので施肥量も確定しやすい。このことから、化学窒素肥料施用は土壤中の窒素回転を速めるとともに、作物の収量や品質、窒素利用効率、環境保全等に大きく関わるため、数多くの土壤や作物体系で研究が行われ、詳細な解明が行われて知見が蓄積し、施肥の最適化が進められてきた。

一方、有機栽培においては、施用窒素のほとんどが有機態であるため、複雑な経路を辿ることになる。まず施用される有機質肥料は、種々の堆肥、食品残渣、植物残渣や草生栽培における残根等であり多様である。施用された有機物は、土壤微生物によって化学的に分

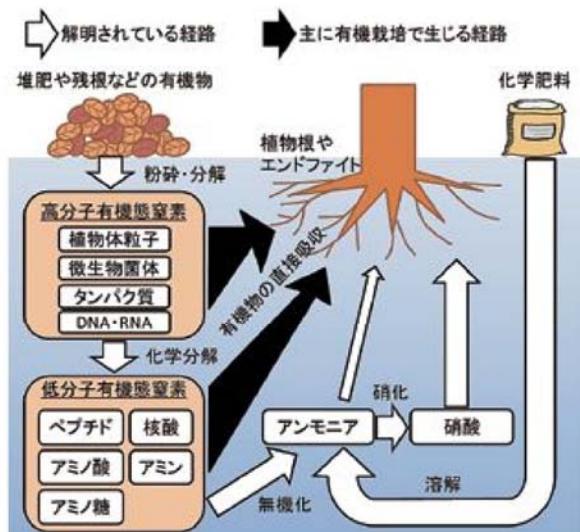


図 II-1 土壤中における有機物及び化学肥料由来窒素の動態（模式図）

解されると共に、ミミズ、トビムシ、ダンゴムシや甲虫の幼虫等の土壤生物によって物理的に粉碎される。この段階は多くの食物網が関わり、代謝回転しているので大変複雑ではあるが、ここでの生産物を便宜上、植物体粒子、微生物菌体、タンパク質、DNA・RNAなどの「高分子有機態窒素」と、ペプチド、核酸、アミノ酸、アミノ糖、アミンなどの「低分子有機態窒素」に分ける。

大きな流れとしては、有機質肥料が高分子有機態窒素に粉碎・化学分解して低分子有機態窒素になり、低分子有機態窒素が化学分解や脱アミノ化によって無機態のアンモニアを生成することが解明されており、あとは化学肥料由来のアンモニアと同様な経路で作物に吸収されると考えられている。

このように有機栽培では、肥料施用からアンモニアに至るまでの経路が複雑であり、多くの生物が関与するため、一般に肥効発現が遅いこと、生物種、気温、地温、水分、酸素濃度などの環境要因によって肥効が大きく変動することから、施用量を確定しにくいと言える。特に開園当初で土壤生態系が確立していない場合は、これらの環境変動が大きく、作物による吸収量を予想しにくい。これが有機栽培導入における一つのハードルになっていると考えられる。

しかし、植物吸収には、すでに解明されている無機化してからの吸収経路に加えて、有機物を直接吸収する経路の存在も明らかになりつつある。現時点ではまだ研究例は限られており、知見は断片的であるが、この有機栽培特有の養分吸収経路の全容が解明されれば、有機農業の植物栄養学的な利点に位置づけられる。

植物根による有機物の直接吸収現象について、1960年に McLaren らは、オオムギがタンパク質であるリゾチウム、リボヌクレアーゼ、ヘモグロビンを植物根が直接吸収したことを報告した。我が国では Nishizawa and Mori (1977) が、水稻根による巨大有機物の直接吸収を報告し、その後一連の研究の中で電子顕微鏡による観察等により、細胞が巨大分子を飲み込むエンドサイトーシス (endocytosis、食作用と飲作用) 過程を詳細に示した(図 - 2)。まず、ヘモグロビン粒子が細胞膜の外側に付着すると、それを包み込むように細胞膜が内側に陷入する。そしてヘモグロビンを内包する球体が形成される。さらにその球体が液胞(タイプ I)や小胞体(タイプ II)に取り込まれ、溶解酵素によって消化され、植物に利用される。Yamagata and Ae (1996) は、有機質肥料を与えると窒素吸収量が高くなる作物種が存在することを示し、その後 Matsumoto et al. (2000) が、チンゲンサイとニンジンはタンパク様物質の PEON (1/15M リン酸緩衝液で土壤から抽出される有機態窒素) を直接吸収していること



図 II-2 水稻根の皮層細胞によるヘモグロビン

取り込み機構（食作用）の模式図

(西沢 1992)

タイプ I : ヘモグロビンが細胞膜上に結合すると、細胞膜が陷入して食細胞を形成し、液胞へ入り込み、そこで酵素分解を受ける。

タイプ II : ヘモグロビンを持った食液胞が、食作用によつて誘導された小胞に囲まれ、そこで分解酵素の作用を受ける。その後、新しい異食作用液胞ができる。

を明らかにした。阿江・松本(2012)によれば、PEON抗体を用いた実験で、PEONがホウレンソウの根から吸収され、地上部導管部まで達していることを示しており、特定の植物には吸収だけでなく移動経路も存在する可能性が明らかになっている。アメリカでも、土壤中にグロマリン(glomalin)という高分子糖タンパク質の存在が明らかになっており(Wright and Upadhyaya 1996)、1/10M ピロリン酸ナトリウムや50mM クエン酸ナトリウムで抽出されている。菌根菌が水分や栄養などの生育条件を安定化させるために土壤中に生成していると考えられている。抽出方法、組成、分子量、難溶性、難分解性の点からPEONと同じか近縁の物質である可能性が高い。グロマリンは土壤肥沃度の原動力になっていると評価されているが、グロマリンの植物根による直接吸収についての研究は行われていない。

作物による有機態窒素の直接吸収に関する量的解明においては、Yamamoto et al.(2002)が安定同位体である<sup>13</sup>Cと<sup>15</sup>Nで同時ラベルした牛糞堆肥を施用して、牛糞由来炭素と窒素の吸収量を測定している。その結果、有機稲作では施用初年度に堆肥由来の炭素と窒素をそれぞれ施用量の2.16%と17.2%を吸収していた。トウモロコシはさらに高く、13%と10%であった。さらに吸収した堆肥由来炭素は主に根部に蓄積しており、エンドサイトーシスによる吸収を支持するものであった。松山ら(2003)は、水田に有機物を5年間連用した時の水稻による有機物由来窒素の吸収量について<sup>15</sup>N実験データを元に推測し、有機物を連用することにより有機物由来窒素の吸収量が年々増加することを示している。さらに、植物根の有機養分吸収には、菌根菌やエンドファイト(おもに細菌、菌類などの内生菌)が大きな役割を果たすことが明らかになっている。エンドファイトがハクサイに感染した場合は、牛血清アルブミンタンパク質の他に、ハクサイ単独では吸収しにくいバリン、ロイシン等のアミノ酸の吸収が増加していた。低分子有機態窒素の吸収において、菌根菌やエンドファイトは大きな役割を果たすと考えられる。

さらに興味深いことに、ハクサイ自身が吸収しやすい硝酸やアスパラギン、グルタミンなどを単独施用すると、菌の感染がハクサイの生育や窒素吸収量を逆に低下させることが明らかになっている(成澤2011)。すなわち化学肥料を多用する土壤では、菌根菌やエンドファイトが感染しにくいので、有機態窒素が存在しても吸収能力が低いが、硝酸態窒素を効率よく吸収することができる。逆に有機栽培を行うと、菌が根に感染して、積極的に有機態養分の吸収能力を高めることができる。さらに病原菌の感染を抑制させる効果も高くなる。施用する肥料の種類が異なることで、植物の養分吸収過程が大きくシフトすることを意味するものである。

以上のように、有機栽培圃場において施用された有機物が無機化過程を経ないで、直接作物に吸収されるメカニズムが明らかにされつつある。直接、有機物が吸収されるということは、吸収や代謝時に行われる硝酸の積極吸収や転流、硝酸還元、窒素同化、アミノ基転移などのATPを必要とする数多くの反応を省略でき、また呼吸により消耗する光合成産物量が節約できるので、植物にとって大変有利と言える。冷害で日照不足の時に有機栽培の作物は収穫量があまり減少しないのは、このことが理由の一つと考えられているが、さらなる学術的な証明が待たれるところである。

果樹での有機物の直接吸収に関しても、上記のメカニズムが働いていると推察される。特に菌根菌やエンドファイトは果樹への感染が認められており、主要な養分吸収経路である

と考えられる。しかし、果樹における研究例はほとんど見当たらない。これは、果樹は永年性作物でありサンプル調製に時間が掛かる、1サンプル当たり重量が大きい、大きさや形状が揃ったサンプルを作るのが難しいなどの研究上の理由によるものが大きいとみられる。今後、有機質肥料の重要性や有効性が明らかとなり、この方面の研究がさらに拡大深化することにより、永年性作物における有機物の直接吸収機構の研究知見が蓄積されることが期待される。

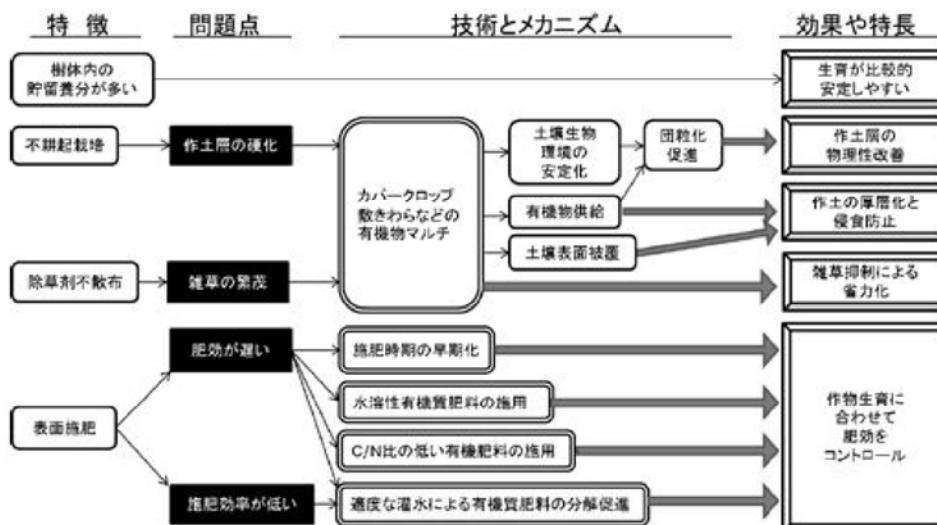
## 2) 安定した土壤養分の供給

有機栽培においては、施肥として有機質資材を施用することにより、土壤動物による粉碎、土壤微生物による化学的分解が行われ、緩効的に養分供給が行われるが、それと共に植物体の一部は微生物作用や化学的重縮合により腐植物質へと化学変化を受ける。腐植物質の官能基であるカルボキシル基は陽イオン量を保持する能力（陽イオン交換容量または塩基置換容量：CEC）があり、土壤中の CEC は増大する。このことは土壤の基本機能である養分供給機能を強化することにもなるため、安定した果樹生産のための大きな柱と言える。

慣行栽培においても土壤機能の向上は重要であり、有機物施用は必要な土壤管理技術の一つともなっている。しかし腐植の生成には長期間が必要であり、施用有機物が分解・化合を受けて最終的に腐植として残存するのは、施用量の数%と考えられていることから、長期的な視野で土壤改良（地力向上）を目的とした有機質資材の投入を行う必要がある。

## 3) 根域の増加と土壤生物の活性化

果樹は永年性作物であることから、周年、有効土層に根系が広がっているため、基本的に耕起を行えない。いわゆる不耕起栽培であるため、人や作業機等の踏圧により根域が硬化（圧密）してもそれを短時間で回復することは容易ではない。有機栽培では、施肥としての成分の高い有機物の他に、敷きわらなどの有機物マルチや雑草を含むカバークロップを利用することが多い。地表面にある程度の厚さで有機物が存在すると、地表への直射日光の遮断、通気の制限、蒸発の抑制が生じるため、土壤の表層は比較的湿潤で安定した温度環境が維持される。



図II-3 樹園地土壤の特徴、有機栽培における問題点及び解決技術とメカニズム

また、豊富な有機物も存在するため土壤微生物が繁殖する。さらに、植物遺体や微生物を餌とする土壤動物（ミミズ、トビムシ、ダンゴムシ、ダニ類、甲虫の幼虫等）が高い密度で繁殖し、活動を活発化させることにより、土壤中に無数の巨大孔隙（マクロポア）や土壤団粒ができ、いわゆる土壤生物による耕起が行われる。これにより、土壤の物理性（通気性、透水性、保水性、植物根の伸張）が大きく改善される。また土壤生物による耕起はマイルドであり、物理的に作物根を痛める心配はない。しかしこの土壤生物による耕起もやはり養分供給と同様に、長期的な視点からその効果を期待せざるを得ない。そのため既に硬盤層が形成されていて早急な解決が必要な場合には、積極的な土壤物理性の改善方策をとる必要がある。

有機物の土壤表面施用により、上記のプロセスで腐植物質が増加し、団粒化が促進された土壤は、仮比重が低くなることから、体積が増加し健全な主要根群域が上方に形成される。主要根群域は果樹が細根を張り巡らし、養水分を吸収する重要な土壤層位である。さらに細根は代謝活性が高いため呼吸量も多く、通気性が高い健全な主要根群域を作る。このため、健全な主要根群域を深くさせる土づくりが永年性作物の有機栽培での最も重要なポイントの一つとなる。

#### 4) 雜草管理

果樹園における雑草管理については、上述の主要根群域形成や土壤被覆の機能増強を図るために草生に着目した試験研究が行われて高い効果が認められてきた。しかし、慣行栽培においては、単年性作物と同様に養分や水分との競合及び景観の悪化を避けるため、下草や樹冠の雑草管理のために除草剤を使うことが多い。

特に傾斜地では、除草機や草刈機での除草作業が難しいこと、農業従事者の高齢化による労働軽減、省力化等のために薬剤による除草が行われている。除草剤は非選択性の茎葉処理剤が使われることがほとんどで、果樹の葉に飛散しないように散布処理される。薬剤の種類にもよるが接触吸収した雑草は、体内で浸透移行して地上部、根部とも枯死する。そのため土壤表層は露出し、直射日光と乾燥のために土壤生物は減少する。降雨時には、雨滴が団粒を破壊し、粘土が溶解して地下へ溶脱する。この溶脱した粘土は孔隙を埋めたり、層状に蓄積して硬盤層形成の一因になるなど、通気性、透水性を悪化させる原因ともなる。

一方、土壤表層へ分散した粘土は乾燥すると、クラストと呼ばれる土壤皮膜を土壤表面に形成するため、通気性を著しく低下させ、細根の活性を低下させる。また降雨時に水分を地下浸透させず、土壤への水分供給を抑制する。さらに傾斜地では、土壤浸食ポテンシャルが高いため、まとまった降雨があると土壤を保持する植生被覆がないため、初成的なりル浸食、場合によってはガリ浸食に至り、大切な主要根群域土壤を消耗させる危険性が高い。このため慣行栽培であっても、梅雨前の除草剤散布を控える取組もされている。この点、有機栽培では除草剤は使用しないので、必然的に除草対策は機械除草、カバークロップ草生栽培、雑草草生などを行うことになり、程度の差はあるが土壤被覆が存在することになる。従って、多雨時の表層土壤の浸食量は極めて低く、地下への水分浸透量は多くなる。団粒の表面に糸状菌が繁殖し、疎水性を呈する耐水性団粒が形成されているとさらに土壤浸食のリスクは低下する。雑草利用を含めた草生栽培は、雑草による土壤の乾燥や過剰養分の吸収にも利用できるので、特に登熟期に養水分の供給を制限したい温州ミカンのような果実の場合には、あえて除草作業を行わないことで品質向上を図ることができる。

## 5) 肥効コントロール

化学肥料には成分、肥効特性（溶解特性）、肥効期間、特殊機能、製法や形状等が工夫されたものがあるが、果樹園で通常使用されている化学肥料はシンプルなものが多い。特性として、水溶性成分が多く（リン酸はク溶性が多く）速効性である、成分含有量が比較的高い、複合肥料であっても含有成分数が限られているなどの点が挙げられる。慣行栽培では、これらの化学肥料を使用することを前提にして、果樹の生育が増進し、収量や品質の向上に最も効果的な施肥時期と施肥量を検討し、その地域に適した栽培指針が策定されている。なお、窒素を中心とした養分を多量に施用すると、新芽や新葉の生育量が多く、それに応じて光合成量が増大し、高い収量を得ることができるが、窒素養分過多では登熟が遅く、糖度が低くなるため、品質低下を招く恐れがある。

最近は、果樹の品質向上が至上の課題となっており、出荷時の近赤外線検出器を用いた非破壊品質検査が広がっているため、産地の篤農家は肥料施用時期や量を作物の生長に合わせて慎重に考慮し、ピンポイントで施用している。また生産組合毎に独自の肥料配合のものを用意し、量や時期を研究して設定し、それらの情報を公開していないところも多い。

一方、有機栽培では、有機質肥料を施用するため、その肥効に関しては化学肥料と比較して以下の違いがあるので留意する必要がある。

基本的に土壤動物や微生物作用による粉碎・分解作用を受けて肥効を発現するので緩効性、遅効性である。

土壤動物、微生物作用は、温度や水分状態に大きく左右される。

有効成分含量が低い。

含まれる成分数は動植物の必須成分数以上であり、植物由来のものであればバランスがとれているものが多い。

以上のように、有機栽培では肥料特性が慣行栽培と大きな違いがある。この成分やバランスについては有機肥料の方が優れていると言えるが、これは大きく異なるため、速効性の化学肥料施用を前提に組み立てられた栽培指針に沿って肥培管理を行うと、必要な時に必要な量を供給できない可能性が高い。有機質肥料は種類が多く、分解特性の異なる有機物が混合されている場合もある。厳密なことを言えば材料やロットによっても肥効特性が異なることさえある。このため、肥料自体の情報収集や資材選び、現地での小面積栽培試験によるデータ蓄積も必要である。

有機質肥料は程度に差はあるが、一般的に遅効性であるため、施肥時期は早めが良い。しかし晩秋～早春にかけては有機質肥料の分解速度が低いため、C/N比の低い資材や液肥を施用しなければ効果は期待できない。さらに微生物分解と植物体への吸収を促進させるためには、施肥後の適度な灌水も必要となる。気温が高い時期であれば、化学肥料ほど速効性は期待できないが、1～3週間程度施用を早めることで肥効を合わせることができる。しかしこの場合も、土壤表面がある程度湿っていることが必要であり、乾燥している状態での肥効は期待できない。灌水などで有機質肥料の分解を促進させる必要がある。

## 6) 草生栽培・カバークロップ・土壤被覆

有機農業技術の1つである敷きわらは、上述のように有機物投入による化学的土壤特性の向上、土壤水分の安定化、夏季の地温上昇の緩和効果をもたらすと考えられる。草生栽培やカバークロップも同様に土壤を有機物で被覆することから、上記と同様の効果

が期待できるが、さらに、草生植物根による物理的・生物的土壤特性の向上、

表層土壤の保持による土壤流失の防止、雑草抑制等についても、高い効果が期待できる。

草生栽培に用いる草種として、雑草草生やイネ科牧草（イタリアンライグラス、ケンタッキーブルーグラス、ライムギ、エンバク等）が用いられてきたが、近年は、自然枯死等により下草刈りが不要で省力的なものが注目されている。すなわち、これらの草種は作物にとって養水分が必要な時に枯れて、養分競合を生じさせないという利点を持つほか、独特の有効特性を持つ。例えばナギナタガヤは、菌根菌の宿主となり養水分ストレスを緩和し、ベッチ類は窒素固定による養分供給を行い、ダイカンドラは雑草抑制力が強く草高が低いので、それぞれの草種ごとに有効な使い分けが推奨されている（辻 2000）（図 - 4）。

## 2. 生物多様性を高める土づくり

地球上には数千万から 1 億種の生物が生息しているとされており、その多くが陸域、すなわち土壤圏に生息している。生物は進化を繰り返して環境に適応するとともに、生物間の相互作用をうまく利用し、生物多様性を構築してきた。生物多様性には「遺伝的多様性」、「種多様性」、「生態系多様性」の 3 つのレベルがあり、それらの重要性と保護が世界的な課題となってきている。地球サミット等の国際会議では、生物種の多い熱帯雨林に目を奪われがちであるが、農耕地においても生物多様性を高めることで土壤の機能が向上することが明らかとなってきた（Hector and Bagchi 2007）。

我が国の樹園地においても有機栽培を行うことで、各地域に潜在する貴重な生物多様性を維持し、その機能を拡大することが可能である。特に有機栽培では「土壤が本来有する機能を発現させる」ことが基本となっており、単に有機質肥料による肥培管理に留まらず、作物を初めとした生物本来の機能

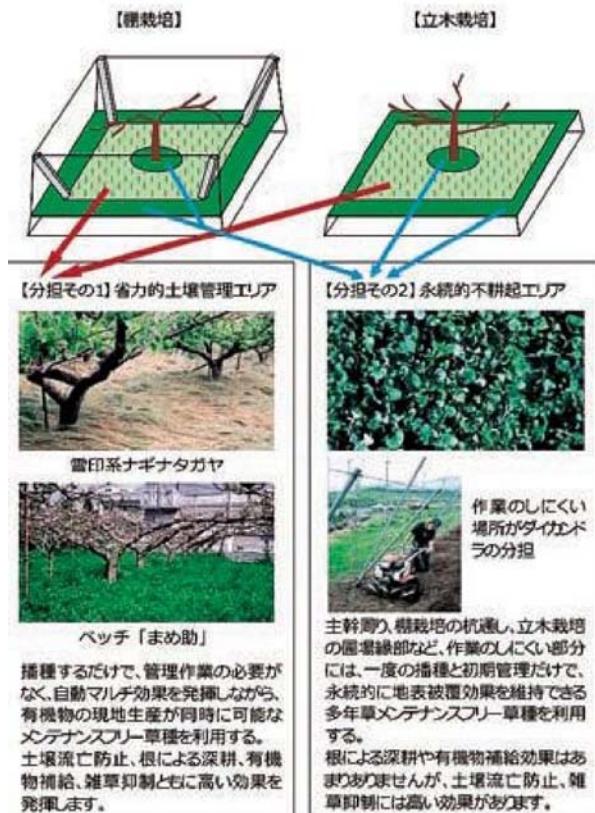


図 II-4 複数草種による分担草生栽培の例

（辻 2000）



写真 II-1 茶草場等多様な植生環境の中の茶園  
(静岡県掛川市) (提供: 稲垣栄洋氏)

を最大限に発揮させるための生物多様性を高める土づくりが重要である。最近では、我が国の茶園と一体になった畦畔や草地、山林などからなる茶草場が天敵保護の役割など生物多様性を高める農業技術として世界的にも注目されている（写真 - 1）。

生物の中には、作物に加害するものも存在し、有機栽培ではそれらを完全に制御することは難しいが、前述のように生物多様性が高まれば天敵などの生物相互作用を受け、被害は比較的低く抑えられる。さらに有機農業技術であるバンカープランツなどを植栽し、天敵密度を高めるよう意図的に好ましい生態系を誘導すれば、発生頻度の高い病害虫であっても抑制効果は高い。

### 1) 土壤生物の役割と土づくり対策

土壤の生成因子は、母材、気候、生物、地形、時間であり、樹園地土壤において最も人為的な変動が大きいのは、生物因子である。土壤生物は、土壤動物と土壤微生物に大別され、一般にバイオマスは、土壤微生物の方が圧倒的に多い。しかし、土壤動物と土壤微生物は土壤生態系の中で役割分担をしており、土壤生成において独自の機能を有している。

#### 土壤動物の役割を図 - 5 に

示した。土壤動物は動植物遺体の物理的分解（破碎）と化学的分解（低分子化）を行い、土壤中へ植物が利用しやすい形態の養分や腐植物質原料を供給する。一方、土壤中を移動するため、土壤を攪拌したり、運んだりする。これらの作用により団粒構造が発達し、土壤の理化学性を高めることになる。またミミズなどは土壤中に管状の穴を開けるため、これが大間隙（マクロポア）として働き、土壤の通気性や透水性を大きく高める。このことにより土壤動物は、樹木に対しプラスの効果をもたらしているが、樹木を直接的あるいは間接的に食害するものも存在する。このように土壤動物の機能は複雑であり、土壤毎に生息する生物の種類や量が異なるため、機能も拡大・縮小することになる。

有機栽培においては、強力な殺虫剤の使用は行われず、土壤動物に対する薬剤施用はほとんど行われないこと、土壤動物の餌となる有機物が多量に施用されることから、土壤動物が活性化し、土壤生成機能も慣行栽培に比べて非常に高いと考えられる。

一方、土壤微生物の機能は、土壤動物に比べてさらに多種多様であると共に、土壤中の物質循環機能の主体を担っている。表 - 1 に土壤微生物の主な機能を示したが、主に化学・生化学的な機能がほとんどである。病害や窒素飢餓以外は、植物生育や土壤機能の向上に大きく貢献するので、土壤微生物機能を高めることは生産力を高めることにつながる。特に有機栽培では、有機物が多く施用され、殺菌剤の使用も限られるため、土壤微生物の量や多様性が高く、機能も高いと考えられる。土壤微生物の機能については、まだ分かっていないことが多いため、今後の土壤微生物研究の深化、拡大が期待される。

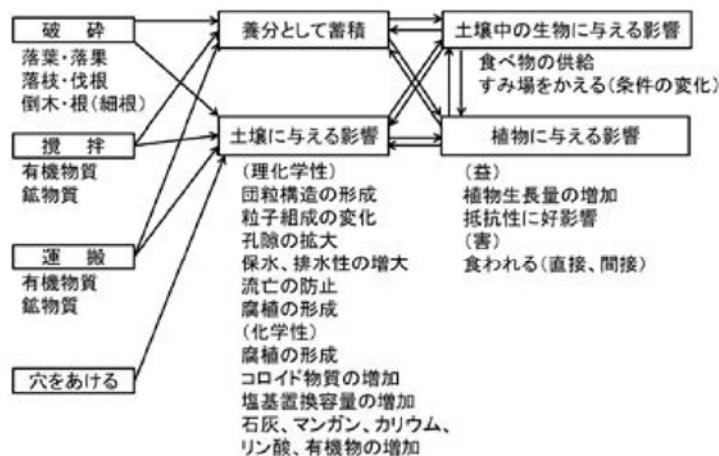


図 II-5 土壤動物の役割（青木 1973）

## 2) 土壤微生物性の向上対策

### (1) 微生物の種類と働き

土壤中には様々な微生物が生息しており、農業分野では一般に糸状菌、放線菌、細菌といった分類をよく聞く。微生物の機能も日々に解明されつつあり、その分類も、例えば活動の場による分類（根圈微生物、根面微生物、根内部微生物、表面微生物）、微生物の分解活性による分類（タンパク分解菌、セルロース分解菌、デンプン分解菌、リグニン分解菌）、また、エネルギー獲得の方法による分類（無機栄養微生物（光合成微生物や化学合成微生物）及び有機栄養微生物（寄生菌、共生菌、腐生菌）や酸素要求性による分類（好気性菌、絶対嫌気性菌、通性嫌気性菌）など、その働きなどとの関連でいろいろ行われるようになっている。微生物は多くの有用な働きをする反面、種類によっては病害や腐敗を誘発するものが多く、また環境条件によって種類や数や働きが大きく変わること。

有機物の分解など土づくりという側面に着目すると、軟弱で炭素率が低い有機物は、最も微生物が利用しやすいデンプン、糖、タンパク質を好んで食べる細菌や糸状菌がまず増殖し、次いでセルロース分解菌が増殖し、最後に難分解性のリグニン分解菌が増殖していく。樹木など細胞組織にリグニンが多く含まれるものは、まずリグニン分解菌が増殖し、リグニンの壁を壊し、次に易分解性物質を分解する細菌や糸状菌が増殖し、セルロース分解菌と続く。放線菌は有機物分解の後半に働く。分解し増殖した菌体は、基質（エサ）がなくなると一部胞子や菌核で休眠状態になるが、死菌体は他の微生物により分解され植物の養分となる。微生物は有機物の分解者であり、養分の保持・供給源であると共に分解残渣としての腐植を供給するとされる（野口 2011）。

表 - 2 は、土壤の種類別微生物数の分析結果と健全土壤と生育不良・病害土壤との対比を見たものである。

表 II-1 土壤微生物の主な機能

分解・溶解 ・運搬	有機物の分解・代謝・無機化
	有害物質・人工化学物質の分解
	キレート物質等による金属元素溶解
	根圏における養分の短距離運搬
合成	易分解性有機物の合成
	腐植物質・団粒化材料の合成
	植物ホルモンの合成
	抗生物質や病害抑制物質の产生
	土壤酵素の放出
変換	硝化
	窒素固定・脱窒
	呼吸・光合成・メタン生成・メタン酸化
	その他元素の酸化還元
養分保持	バイオマスによる可給態養分の保持
	難溶性有機化合物の生成による長期的な養分保持
	養分吸収の効率化
動植物との 共生・寄生	窒素固定
	病害虫抑制・病害
	窒素飢餓
	棲み分け
微生物間 の関係	溶菌作用・抗菌作用
	養分競合

表 II-2 土壤微生物数 (CFU/g) (野口 2003)

	糸状菌	色素耐性菌	放線菌	細菌	放線菌／糸状菌 A/F	細菌／糸状菌 B/F
健全土	$398 \times 10^3$	$1313 \times 10^3$	$17 \times 10^6$	$83 \times 10^6$	267	2131
不良好病害土	$283 \times 10^3$	$2158 \times 10^3$	$19 \times 10^6$	$85 \times 10^6$	187	910

一般に微生物数と活性に影響を与えるものは、水分と有機物含量であり、微生物活性の制限元素は有機炭素 > 窒素 > リン > イオウの順に大きいとされている。土壤中の微生物の数、働きを高める要因は、良質の有機物、有機質肥料の施用とされ、有機物の施用後に微生物数の増加が起こるので、施用物の内容、量により土壤微生物相のある程度のコントロールが可能であるとされる。

作物の根圏・根面・根内部に生育促進微生物や拮抗菌など有効な微生物を定着させることは重要である。作物の根の活性が低下すると根面微生物数が増加し、活性が高い根の表面には糸状菌よりも細菌が多く生存する。一般に、地上部の生育が良好な場合には、根面微生物は細菌型になり、著しく不良な場合は糸状菌型となる。

土壤の微生物性を健全に保つことは作物生産に重要なことである。微生物の健全性を評価する指標は、未だ明確な指標も微生物性の基準も明らかにされていない。従来、土壤微生物の性質の指標として細菌数 / 糸状菌数 (B/F) 値が提案されているが、健全土と生育不良・病害土壤との放線菌数 / 糸状菌数 (A/F) 値と細菌数 / 糸状菌数 (B/F) 値をみると(表 - 2)、健全土壤の方が生育不良・病害土壤よりかなり高い傾向にある。

土壤の健全性を担う微生物性については、B/F 値のほかに多様性指数など様々検討がされているが、今回、一部地域において、土 1g 当たりの微生物量とその端的な活性を示すと見られる指標について、有機栽培園と慣行栽培園を対比する形で計測を行った。要因は必ずしも明らかではなく、今後種々の側面からのデータの集積による分析は必要であるが興味深い結果が示されている。すなわち、有機栽培区の腐植含量が隣接した慣行栽培区に比べ著しく高かったことも反映してか、有機栽培区の微生物量が多いこと、その中で分解しやすい有機物が多い土壤で多い傾向のある酵母やグラム陰性菌の仲間が多い赤色素耐性菌が特に多かったこと、微生物の活性を現すとみられる酵素活性や熱量が著しく高いことが伺われた(表 - 3)。

表 II-3 有機栽培と慣行栽培を対比した微生物量及び活動活性 (2012 年 12 月 : 実証調査)

作物	場 所	栽培区分	腐植 含 量 (%)	土壤の微生物量 (CFU/g 土壌)					酵素活性 (pJ/10g 土壌)	積算熱量
				糸状菌	赤色素耐性菌	放線菌	細 菌	フザリウム菌		
伊予柑	愛媛 大農場①	有機	7.1	$3.4 \times 10^4$	$1.2 \times 10^6$	$3.4 \times 10^6$	$6.3 \times 10^7$	$1.6 \times 10^4$	1804	7.3
同上	同 上 ②	慣行	2.7	$5.4 \times 10^4$	$2.2 \times 10^5$	$2.7 \times 10^6$	$2.2 \times 10^7$	$1.9 \times 10^3$	829	3.7
ブドウ	山梨県 S 農家③	有機	16.7	$2.2 \times 10^5$	$1.0 \times 10^5$	$1.6 \times 10^7$	$3.3 \times 10^7$	$1.3 \times 10^3$	7008	8.7
同上	同上 S 農家④	有機	19.1	$3.5 \times 10^5$	$8.0 \times 10^4$	$1.4 \times 10^7$	$6.2 \times 10^7$	$1.4 \times 10^3$	6147	9.9
同上	同上 O 農家⑤	慣行	9.2	$4.9 \times 10^4$	$6.0 \times 10^3$	$9.0 \times 10^6$	$4.2 \times 10^7$	$1.1 \times 10^3$	3589	8.7

注 1 : 栽培条件 : ①マサ上(花崗岩母材)。樹齢 32 年生、5 年間無農薬栽培継続中。雑草草生で年 4 回雑草を刈り取る。施肥は菜種油粕、魚粉、草木灰を春 1 回、夏 1 回、秋 2 回施用

②マサ土(花崗岩母材)。樹齢 32 年生、除草剤により雑草を管理。施肥は秋肥一発型(14-9-9)年 1 回、春肥一発型(14-7-7)年 1 回施用

③火山灰土。41 年間の有機栽培園地、醸造用品種、サイドレスハウス栽培、雑草草生不耕起栽培、点滴灌漑

④火山灰土。41 年間の有機栽培園地、大房系品種、サイドレスハウス栽培、雑草草生不耕起栽培、点滴灌漑

⑤火山灰土。③と同一地域、慣行栽培、大房系品種、中耕・培土・施肥後に緑肥播種草生栽培

注 2 : PNF 生成量は p-ニトロフェノール生成量である。

## (2) 土壤微生物性を高める土づくり

通常の樹園地において土壤微生物の量や活性を高めるためには、基質となる有機物の供給、適度な水分、温度、土壤養分、pH や EC、酸素供給あるいはガス交換、生息場所の確保等が必要である。有機栽培では有機質肥料が多用されるため、基質は十分に供給される。また除草剤が散布されないので、土壤表層には草生草種か雑草が繁茂するため、水分や温度は比較的安定している。適切に作物に必要な有機物を計画的に施用されれば、慣行栽培に比べて土壤養分バランスは保たれやすい。さらに土壤有機物のカルボキシル基に起因する陽イオン交換容量が増大するため、化学肥料と比べて pH や EC の極端な変化も生じにくい。以上のことから、有機栽培を行う園地では化学的要因は大幅に改善され、作物はもちろんのこと、土壤微生物に対しても良好な状態に保たれると考えられる。

物理的要因であるガス交換(通気性)や生息場所については、有機栽培を長期間行うことにより、土壤動物が攪拌、運搬、穴あけをするので、十分な環境が供給されると考えられる。しかし、短期間で改善する場合は、完熟バーク堆肥や炭の施用などが効果的である。

土壤微生物自体は、通常多種多様な土着のものが生息・活動しているが、堆肥を施用すると特定の有機物分解微生物も一緒に接種されることになり、多様性が高まる。土壤微生物の多様性については様々な考え方があり、研究途上の感は否めないが、多様性が高いほど微生物コミュニティが安定し、病害微生物が侵入しても容易に増殖させなかったり、難分解性有機物が投入されても比較的早く分解が進行すると考えられる。土壤微生物の養分要求性はかなり複雑であり、数多くの異なる微生物がクラスターを形成して共同生活を行い、分担して有機物を分解し、必要な代謝産物をお互いに融通し合っていることも報告されており、微生物の多様性は、土壤微生物機能の安定化につながると考えられる。

有機栽培では、化学合成農薬や化学肥料を用いず有機物を施用するため、慣行栽培園場に比べて土壤微生物の多様性・活性が高いとされている。これが生態系と調和した形で有機栽培が営める一つの要因になっている。このような状態を評価するための 1 つのツールとして、(独)中央農業研究センターが開発した炭素資化量連続測定装置で、土壤の微生物多様性や活性値の測定を行いデータの蓄積が行われている。微生物活性値は土壤や堆肥の有機物分解反応の立ち上がりの早さ、分解速度、分解量を総合的に数値化したもので、微生物の炭素源資化反応の多様性と鋭敏性を評価したものである。

この測定結果によると、有機栽培園場の微生物活性値は、慣行栽培園場や転換中の園場と比較して高い傾向が見られている((財)日本土壤協会 2010)。例えば、茶での測定結果は表 - 4 のようになっており、園場管理の状態にもよるが、一般に有機栽培歴が長いほど微生物活性値が高いとされている。

表 II-4 茶園土壤の微生物活性値

場 所	栽培方式	堆肥等施用状況	微生物活性値
埼玉県M茶園	有機栽培歴 30 年茶園	堆肥 30 年施用	1, 363, 414
	有機栽培歴 5 年茶園	堆肥 5 年施用	1, 108, 226
	慣行栽培茶園	農薬使用	946, 853
鹿児島県Y茶園	有機栽培歴 20 年茶園	かや、稻わら施用、ぼかし肥料施用	1, 143, 933
	慣行栽培茶園	農薬使用	505, 739

注: (独)生研機構中央農業研究センターで測定

土壤微生物の特定機能を期待して、微生物資材も投入されることも多い。使用目的は有機物の分解促進、悪臭抑制、連作障害抑止、団粒形成促進、窒素固定・硝化促進、植物ホルモン生成、リン酸の可溶化、病害虫の抑制、全身抵抗性の誘導、植物根の健全生育促進、作物品質の向上などである。果樹栽培においては、政令指定の土壤改良材として菌根菌資材が市販されており、効果が確認されている。

生物因子としては、草生栽培が土壤微生物相に大きな効果を与えることが明らかとなっている（石井 2007）。ナギナタガヤは菌根菌の好適な宿主植物であり、果樹園において菌根菌が安定して土壤中に定着することを助けている。そのほかに白紋羽病菌、*Fusarium oxysporum* や *Pythium ultimum* のような土壤病原菌に対する拮抗微生物、リン溶解菌の生息環境を提供していることも明らかにされている。

### 3) 天敵等の活動力を増強する対策

#### (1) 害虫天敵

有機栽培を継続している果樹園では雑草草生が行われていることもあり、昆虫の多様性が高まることが知られ、これが害虫の防除にも有効な働きをしているとされる。愛媛大学附属農場で 2012 年 9 月に行った地上徘徊性昆虫の観察調査結果では、7 目 18 科 46 種の昆虫が捕獲でき、それを区分した結果、害虫は 17%、天敵が 26% を占め、ただの虫が 57% で大半を占めていた。

生態学では数多くの生物多様性に関する研究が行われており、最近、生態系の安定には、「キーストーン種（中枢種）」が大きく貢献することが明らかになっている。特に一次捕食者である天敵がキーストーン種になる場合が多いとされ、耕地生態系の健全性を評価する指標生物として扱われ始めている。

天敵を含めた生物多様性を高めるには、草生管理が適している。足立・三代（2012）は、土着天敵を増加させる植物導入法とメカニズム等について下記のように紹介している。

インセクタリープランツ：天敵を誘引し、蜜・花粉・シェルター等を提供して天敵を温存する。

グランドカバープランツ：下草であるが、重要害虫や広食性食植者を定着させず、作物と栄養競合を起こさないで、天敵を増殖させる必要がある。

バンカープランツ：作物を加害しない寄主を定着させ、作物の害虫と共に天敵を増殖させる。

コンパニオンプランツ：作物の近くに植えて作物の生育や品質を高めるもので、害虫に対する忌避作用等を持つ。

トラッププランツ：害虫を強く誘引して定着や産卵を促すと共に、害虫が作物に移動する前に処分して被害の発生を防ぐ。

グランドカバープランツの研究事例として、足立・三代（2012）は、ナシ園においてシロクローバーとヒメイワダレソウを下草として使用したところ、土着天敵類であるオサムシ科成虫（マルガタゴミムシ、セアカヒラタゴミムシ、ナガヒヨウタンゴミムシ）寄生蜂、ハナカメムシ科、ヒラタアブ亜科、ハダニアザミウマ、クモ目は、シロクローバー草生で密度が高くなつたと報告している。またヒメイワダレソウはシロクローバーには劣るもの、防草シートマルチよりは高い傾向が見られており、効果の高い草生を行うことにより天敵密度を高めることができることが明らかになっている。

また、有機茶園と慣行茶園では昆虫相が大きく異なることが知られており(後藤ら 1995)害虫を捕獲するクモやアリなどの益虫は両栽培方式間で大差があることは栽培現場ではよく知られている(図 - 6)。

柑橘類の有機栽培が天敵を増殖させる事例を表 - 5 に示す。年間約 18 種類の化学合成農薬成分を散布している慣行栽培区に比べて、化学合成農薬を使用しないかそれに準ずる防除を行っている有機栽培区では、全体的に天敵の数が多い。また減農薬区(約 1/2 の化学農薬成分)はその中間的な数値を示している。このように農薬散布は天敵に大きなダメージを与えていることが明らかである。また、クモ類は広食性であり有効性が高い天敵であるにもかかわらず、農薬散布で急激に数を減らしており、農薬に対する抵抗性が特に低いと言える。有機栽培では化学合成農薬は散布されないので、天敵の減少はないと考えられるが、有機栽培への移行期間は天敵密度を早く高めるために、天敵導入や草生などの積極的な環境作りが重要である。

農林水産省は、平成 19 年 7 月に「生物多様性戦略」を策定し、生物多様性の保全を重視した農林水産業を推進するための施策を実施している。そしてプロジェクト受託先の(独)農業環境技術研究所、(独)農業生物資源研究所が、その成果として、『農業に有用な生物多様性の指標生物 調査・評価マニュアル』を作成した。その内容は URL (<http://www.niaes.affrc.go.jp/techdoc/shihyo/index.html>) でダウンロードすることができる。

本書は、「調査法・評価法」と「資料」の 2 部構成になっており、調査法に従って指標生物を採取してスコアを記録することにより、生物多様性の高さを 4 段階に評価することができる。また資料を照らし合わせて読むことにより、指標種の生態系における機能や役割を理解することができる。有機栽培園地の生物多様性をチェックするためには有用なツールである。

## (2) 病害の生物防除

土壤微生物は、土壤中の栄養の質と量、生息場所、酸素、水分、pH、温度などの微細環境において棲み分けを行ったり、逆に代謝産物を共有するために共存したりして、相互作用を及ぼしながら生息している。そして病害は、作物の抵抗性が低下すると共に、病原菌が一定以上の密度に増殖した時に発生すると考えられている。一般に、連作障害は同種の作物を栽培することにより、土壤微生物相が単純になり、病原菌が繁殖しやすい条件となって発病するとされているが、有機物を施用している栽培では連作障害を完全に回避している事例も多く見られる。機作についてはさらなる科学的解明が必要であるが、有機栽培による安定した土壤微生物相の形成がキーになっているものとみられる。

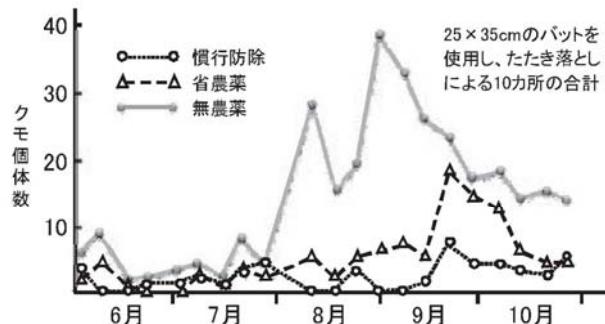


図 II-6 クモ類の発生消長 (1992 年)

(後藤ら 1995)

病原菌の生育を抑制する微生物は、拮抗微生物と呼ばれ、拮抗微生物を接種したり、定着場所や養分を与えて積極的に増殖させるなどの技術開発が長年行われてきた。拮抗メカニズムについて、本間（1991）は、以下のようにまとめている。

寄生：糸状菌間で起こり、病原菌菌糸や菌核に寄生して活性を抑制し密度を低下させる。

抗生：抗生物質を生産して、病原菌の代謝を阻害する。

競合：微生物間で生息場所と餌（鉄などの金属元素も含む）を取り合う。

捕食：大きな生物が小さい生物を摑取するもので、食菌性とも呼ばれる。

溶菌：微生物の細胞壁が内的・外的要因によって、分解・消失する現象である。

その他：微生物の代謝産物が、根の病原菌感受性や抵抗性反応を誘導するなど。

実際の土壤では、上記メカニズムが單一あるいは複合的に働くことで実用化技術として普及されている。

農研機構果樹研究所では、果樹の重要な土壤病害の一つである白紋羽病については、非病原性白紋羽病を接種すると病原菌が駆逐され、病害の進行が抑制されることを明らかにしている。また、白紋羽病は熱に弱いことから、樹木に影響がない程度の温水を土壤に処理することで、治療が可能になった（中村 2010）。治療効果のメカニズムとして熱の他に、トリコデルマ属糸状菌などの拮抗菌の存在も重要な役割を果たしている可能性があるとしている。

核果類果樹の根頭がんしゅ病に対しては、*Agrobacterium radiobacter* strains K84/Kerr-84 株や K1026 株を予防的に接種することにより、ペプチドの一一種であるバクテリオシンが生産され、当病原菌の生育を抑制することが明らかとなっており、世界的に広く利用されている。溶菌作用をもつ微生物活性を高める有機質資材の利用例として、エビ殻やカニ殻を施用することにより、その成分であるキチンを分解する放線菌を大量増殖させて、病原糸状菌を溶菌させる技術がある。放線菌には抗生物質生産も期待される。

果樹有機栽培において土壤病害を抑制するには、適切な有機質資材の施用や水はけなどの土壤物理性の改善、草生などの下草管理などを総合的に進めることにより、土壤微生物の多様性拡大と微生物相の安定化を図ることが基本となる。また土壤管理の他にも、間伐・縮伐・整枝・剪定・誘引による通風や採光の改善、新梢管理と夏季剪定による樹勢管理、防風、発生予察と対策も重要である。その上で発生する特定の病害については、発生状態に応じ、拮抗微生物や有機 JAS 規格で許容されている農薬を散布することになる。

## 引用文献

- 1) 青木淳一（1973）「土壤動物学」北隆館
- 2) 阿江教治・松本真悟（2012）作物はなぜ有機物・難溶解成分を吸収できるのか 根の作用と腐植蓄積の仕組み 農産漁村文化協会
- 3) 足立 磯・三代浩二（2012）果樹・茶園における土着天敵保全による生物的防除・植物防疫 . 66 : 488-493
- 4) 石井孝昭（2007）草生栽培と土壤微生物相 農業技術体系果樹編 第 8 卷 共通技術（草生管理 - 草生栽培をめぐる新研究）草生管理 3 ~ 6-1-8
- 5) 辻 剛宏（2000）新しい時代の果樹草生栽培 牧草と園芸 48 : 1-4

- 6) 中村 仁 (2010) 白紋羽病温水治療マニュアル (独法) 農研機構果樹研究所
- 7) 成澤才彦(2011) 作物を守る共生微生物 エンドファイトの働きと使い方 農産漁村文化協会
- 8) 西沢直子 (1992) 栄養ストレスと植物根の超微細構造に関する研究 土壤肥料学雑誌 63 : 263-266
- 9) (財)日本農業研究所、(財)日本土壤協会 (2010) 有機農業技術の現状と適用条件に関する調査結果
- 10) 野口勝憲 (2003) 土壌改良と資材 日本土壤協会 微生物資材 270-273
- 11) 野口勝憲 (2011) 環境保全型農業における微生物の働きと利用 1-10 全国土壤改良資材協議会微生物部会研究会資料 1-10
- 12) 本間善久 (1991) 拮抗微生物による土壌病害の生物的防除 . 化学と生物 29 : 503-509.
- 13) 松山 稔・牛尾昭浩・桑名健夫・吉倉惇一郎 (2003) 施用有機物由来窒素の 5 年間にわたる水稻への吸収利用と施肥窒素の削減 日本土壤肥料學雑誌 74 : 533-537
- 14) Hector A, Bagchi R (2007) Biodiversity and ecosystem multifunctionality. Nature, 448 : 188-190.
- 15) Matsumoto S, Ae N, Yamagata M 2000 : Possible direct uptake of organic nitrogen from soil by chingensai (*Brassicaca mpestris* L.) and carrot (*Daucus carota* L.). Soil Biol. Biochem., 32 : 1301-1310.
- 16) McLaren AD, Jensen WA, Jacobson L 1960 : Absorption of enzymes and other proteins by barley roots. Plant Physiol., 35 : 549-556.
- 17) Nishizawa N, Mori S 1977: Invagination of plasmalemma: Its role in the absorption of macromolecules in rice roots. Plant Cell Physiol., 18: 767-782.
- 18) Wright SF, Upadhyaya A 1996: Extraction of an abundant and unusual protein from soil and comparison with hyphal protein from arbuscular mycorrhizal fungi. Soil Sci. 161 : 575-586.
- 19) Yamagata M, Ae N 1996: Nitrogen uptake response of crops to organic nitrogen. Soil Sci. Plant Nutr., 42 : 389-394.
- 20) Yamamoto S, Ueno H, Yamada H, Takahashi Y, Shiga Y, Murase J, Yanai J, Nishida M 2002: Uptake of carbon and nitrogen through roots of rice and corn plants, grown in soils treated with <sup>13</sup>C and <sup>15</sup>N dual-labeled cattle manure compost. Soil Sci. Plant Nutr., 48 : 787-795.

(本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』22~34ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである)

# 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、野菜や水稻などの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學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。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

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し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し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・構築してきた作目や品種、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とおり、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ミズを狙って、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、土壤の団粒構造の発達による土壤の膨軟化、通気性や保水性の向上、あるいは干ばつ防止、天敵や土壤動物の保護など、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壤では、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壤の物理性、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壤になる。健全な土壤では、健全な作物が育まれるという考え方方が基本となる。

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、土壤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、定植後に土壤改良を行うことが難しいため、土壤の排水性、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な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害虫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、地形的な条件也非常に重要な。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、病害虫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、低投入の土壤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害虫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) 病害虫には有機 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、防除が困難な病害虫が存在する。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、病害虫や気象災害により、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なとなる。

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生かされることが重要となる。生食と加工を組み合わせていくことで、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。

(本文は、2013年3月発行『有機栽培技術の手引〔果樹・茶編〕』36～40ページに掲載されたものを、一般財団法人日本土壤協会の了解を得て、転載したものである)

# 有機農業の研修受入先をご紹介ください

NPO 法人有機農業参入促進協議会（有参協）は、有機農業の参入促進を担っている団体が構成員となり、「公的機関及び民間団体と協働して、有機農業への新規及び転換参入希望者を支援すること」を目的として設立いたしました。構成団体のさまざまな活動情報を紹介するとともに有参協独自の活動を通して、参入支援情報の発信拠点としての役割を担っている団体です。

有参協では、有機農業の実施者を増加させるための事業を進めています。この事業の一環として、有機農業研修受入先の情報整備を行い、これから有機農業の研修を希望する方に、ウェブサイト「有機農業をはじめよう！」（yuki-hajimeru.net）を通じて、希望者に適切な情報を提供しています。

有機農業の研修をされたり、受けられたりしている皆様に、有機農業の研修受入先をご紹介していただきたく、よろしくお願ひ申し上げます。

ご紹介いただいた研修受入先には、当方より「有機農業研修受入先データベース作成のための調査」用紙をお送りして、研修内容や施設などについてお尋ねします。ご返送いただいた情報については、研修受入先の皆様にご迷惑をおかけしないように最善の注意を払いながら、ウェブサイトにて、研修を希望される方に情報を提供していきます。なお、ウェブサイトでの登録も可能です。

研修受入先と連絡の取れる情報＜個人（団体）名、連絡先（住所）、TEL、FAX、E-mailなど＞を下記の「有機農業参入促進協議会有機研修先調査室」までご連絡ください。

皆様のご協力を願いいたします。

NPO法人有機農業参入促進協議会  
有機研修先調査室  
〒518-0221 三重県伊賀市別府690-1  
公益社団法人全国愛農会内  
Tel: 0595-52-0108 FAX: 0595-52-0109  
E-mail:kensyu@yuki-hajimeru.net

## 有機農業相談窓口一覧

都道府県	団体名	電話番号
全国	有機農業参入全国相談窓口	0558-79-1133
北海道	津別町有機農業推進協議会	0152-76-2151
北海道	北海道有機農業生産者懇話会	011-385-2151
北海道	(公財)農業・環境・健康研究所 名寄研究農場	01654-8-2722
岩手県	一関地方有機農業推進協議会	0191-75-2922
岩手県	岩手県農林水産部農業普及技術課	019-629-5652
宮城県	宮城県農林水産部農産園芸環境課	022-211-2846
秋田県	NPO 法人永続農業秋田県文化事業団	018-870-2661
秋田県	公益社団法人秋田県農業公社	018-893-6212
山形県	遊佐町有機農業推進協議会	0234-72-3234
山形県	山形県農林水産部農業技術環境課	023-630-2461
福島県	(財)福島県農業振興公社 青年農業者等育成センター	024-521-9835
福島県	福島県農業総合センター有機農業推進室	024-958-1711
福島県	NPO 法人ゆうきの里東和ふるさとづくり協議会	0243-46-2116
茨城県	NPO 法人アグリやまと	0299-51-3117
茨城県	茨城県農林水産部産地振興課	029-301-1111
茨城県	NPO 法人あしたを拓く有機農業塾	090-2426-4612
栃木県	NPO 法人民間稲作研究所	0285-53-1133
栃木県	栃木県農政部経営技術課環境保全型農業担当	028-623-2286
群馬県	高崎市倉渢町有機農業推進協議会	027-378-3111
千葉県	有機ネットちば	043-498-0389
千葉県	山武市有機農業推進協議会	0475-89-0590
東京都	東京都産業労働局農林水産部食料安全課	03-5320-4834
東京都	特定非営利活動法人 日本有機農業研究会	03-3818-3078
新潟県	三条市農林課	0256-34-5511
新潟県	にいがた有機農業推進ネットワーク	025-269-5833
新潟県	NPO 法人雪割草の郷	0256-78-7234
富山県	富山県農林水産部農業技術課	076-444-8292
石川県	金沢市有機農業推進協議会	076-257-8818
長野県	(公財)自然農法国際研究開発センター	0263-92-6800
静岡県	一般社団法人 MOA 自然農法文化事業団	0558-79-1113

都道府県	団体名	電話番号
愛知県	オアシス 21 オーガニックファーマーズ朝市村	052-265-8371
三重県	公益社団法人全国愛農会	0595-52-0108
滋賀県	NPO 法人秀明自然農法ネットワーク	0748-82-7855
兵庫県	兵庫県農政環境部農林水産局農業改良課	078-362-9210
奈良県	有限会社山口農園～オーガニックアグリスクール NARA	0745-82-2589
和歌山県	NPO 法人和歌山有機認証協会	073-499-4736
島根県	島根県農林水産部農畜産振興課	0852-22-6704
岡山県	岡山商科大学経営学部岸田研究室	070-5424-2729
広島県	食と農・広島県協議会	090-3177-0438
徳島県	(特非)とくしま有機農業サポートセンター	0885-37-2038
香川県	香川県農政水産部農業経営課	087-832-3411
愛媛県	今治市有機農業推進協議会	0898-36-1542
高知県	有機のがっこう「土佐自然塾」	0887-82-1700
熊本県	くまもと有機農業推進ネットワーク	096-384-9714
熊本県	NPO 法人熊本県有機農業研究会	096-223-6771
大分県	NPO 法人おおいた有機農業研究会	097-567-2613
鹿児島県	鹿児島有機農業技術支援センター	0995-73-3511
沖縄県	(公財)農業・環境・健康研究所 大宜味農場	0980-43-2641

詳しい情報はウェブサイト「有機農業をはじめよう！」に掲載しています。

## 「有機農業実践講座」開催のご案内

### 秋冬野菜の有機栽培

講義と実習を通して、有機農業による野菜づくりの理解を深めていただくための講座です。

開催日 平成 26 年 11 月 22 日(土)～24 日(月)(2 泊 3 日)

会場 有機のがっこう「土佐自然塾」(高知県土佐郡土佐町)

宿泊 さめうら荘(高知県土佐郡土佐町)

参加定員 20 名

受講料 12,000 円

宿泊食事代 18,000 円(2 泊 5 食)

主催 有機農業参入促進協議会

共催 有機のがっこう「土佐自然塾」

講師 西村和雄、木嶋利男、山下一穂



### 堆肥づくり・土づくりから育苗まで

土壤の特性や作物に合わせた堆肥の造り方や使い方、堆肥を組み合わせた育苗培養土をベースとした健全な育苗技術などを学ぶことを通して、「育土」について理解を深めていただく講座です。

開催日 平成 27 年 2 月 8 日(日)～11 日(水)(3 泊 4 日)

会場 全国愛農会(三重県伊賀市)および堆肥・育土研究所(三重県津市)

宿泊 全国愛農会(三重県伊賀市)

参加定員 15 名

受講料 30,000 円

宿泊食事代 15,000 円(3 泊 9 食)

主催 有機農業参入促進協議会

後援 全国愛農会

講師 西村和雄、橋本力男



参加申込方法など、詳しい情報はウェブサイト「有機農業をはじめよう！」(<http://yuki-hajimeru.net/>)をご覧ください。

本資料の複製、転載および引用は、必ず原著者の了承を得た上で行ってください。

2014年9月15日発行

有機農業実践講座 柑橘栽培 資料集

NPO 法人有機農業参入促進協議会事務局

〒390-1401 長野県松本市波田 5632-1

Tel/FAX : 0263-92-6622

Email : office@yuki-hajimeru.net

Website: yuki-hajimeru.net



[yuki-hajimeru.net](http://yuki-hajimeru.net)

NPO 法人有機農業参入促進協議会（有参協）では、有機農業をはじめたい方を応援しています。全国の有機農業者、有機農業推進団体と連携して、研修先、相談窓口などの情報発信や相談会、実践講座、公開セミナーの開催など、さまざまな活動を行っています。



有機農業をはじめよう！

NPO法人**有機農業参入促進協議会**