

称号及び氏名	博士（農学）細見彰洋
学位授与の日付	平成 17 年 2 月 20 日
論文名	「イチジク栽培における忌地現象の原因と対策に関する研究」
論文審査委員	主査 教授 堀内 昭作 副査 教授 池田 英男 副査 教授 森 源治郎 副査 講師 東條 元昭

論文要旨

緒言

イチジクは植物分類学上クワ科イチジク属イチジク亜属に属する植物で、古くから生食用や乾果用として栽培されてきた。しかし、イチジク栽培においては、既存の病虫害や劣悪な土壌環境などの明白な原因が認められないにもかかわらず、樹勢が極端に衰える現象が生じ、改植しても樹勢が回復しないことから、いわゆる「忌地」として、大きな問題となっている。この忌地現象は、サツマイモネコブセンチュウによる根粒形成が主原因であると考えられてきたが、壮健な樹にも多数の根粒が認められるなど、サツマイモネコブセンチュウの寄生と樹の生育に一定の関係がない場合もある。このことから、新たに忌地現象を解決するためには、改めてその実態から究明を進め、具体的な対策を速やかに提案する必要がある。

そこで、忌地現象の特徴と発生実態を調査し、果実生産への影響を解明した（第 1 章）。つづいて、忌地現象を引き起こすものとして、特にセンチュウ以外の原因について究明を行った（第 2 章）。さらに、忌地対策として、被害の回避効果を持つ台木の探索を行い（第 3 章）、台木を用いた実用的イチジク栽培法を提案した（第 4 章）。

第 1 章 イチジク栽培における忌地現象の実態

代表的なイチジク品種「榊井ドーフィン」における忌地被害の発生実態を、大阪府下の産地で調査した。被害程度は様々であったが、忌地被害樹は調査地域内に散在し、全調査樹の約 12% に及ぶ高頻度で発生していた。被害は老齢樹よりも中齢樹（樹齢 5～10 年）に多く認められ、単に加齢に伴って発生するものではなかった。また、新植樹においても発生が認められたが、「忌地」と称される通り、跡地に補植された苗に、甚だしい衰弱の様相

を示す実態が明らかになった。

保存した忌地土壌（以下、忌地汚染土壌）を、鉢植え‘榊井ドーフィン’苗に、用土の約2%以上の量を添加した。その結果、人為的に忌地被害を再現することができ、挿し木直後の苗では枯死することもあった。また、発根が進んだ苗は枯死するまでには至らないものの、根や新梢の生育が明らかに抑制された。さらに、根の生育程度に対する新梢の乾物重量の比率は忌地汚染土壌の添加によって変化せず、忌地によって根の生育が抑制され、その度合いに応じて新梢の生育が抑制されていることが判明した。また、根箱を使って幼苗を観察した結果、忌地汚染土壌の添加によって根や新梢の伸長が抑制される一方で、根には表皮色などの外観的な変化が認められないのに、その酸素消費量は増加していた。したがって、忌地被害を受けた根では、樹体の生育とは関係のない異常呼吸が行われていると推察された。

定植年に忌地汚染土壌を添加して忌地被害を再現した鉢植え‘榊井ドーフィン’を、毎年剪定を行って継続栽培し、新梢生育の推移を調査した。その結果、毎年6月以降、すなわち、養分転換期以降に新梢伸長が鈍化し、健全樹に比べて生育が抑制された。また、これらの生育は、苗の大きさや植付け時期、初期の発根妨害など、定植時の条件によって一時的に差を生じたが、定植3年以内には一定レベルの抑制された生育に収れんし、その後は定植7年を経ても抑制程度に変化はなかった。つまり、枯死に至らない程度に抑制された生育が長年月にわたって持続されるのが忌地現象の特徴であった。

一方、忌地被害樹における新梢節数の減少は、その伸長抑制に比べると軽微であり、着果率や成熟率もほとんど減少しないため、収穫果数には忌地の影響は少ないと判断された。しかし、果実品質には忌地が悪影響を及ぼし、果肉の糖度が低下するほか、新梢の衰弱が著しい場合に、その基部節果実の肥大が抑制される特徴が明らかとなった。

第2章．イチジク栽培における忌地現象の原因

イチジクの忌地現象の主因とされるサツマイモネコブセンチュウ（以下、センチュウ）を、‘榊井ドーフィン’の幼苗に単独接種したところ、新梢伸長が抑制されたことから、センチュウ寄生が生育阻害の一因となっていることが確かめられた。しかし、生育阻害の程度は、センチュウの単独接種に比べて、同数のセンチュウを含む忌地汚染土壌を接種した方が著しかった。また、この土壌を60℃で2時間湯煎してセンチュウを死滅させた後にも生育阻害が残った。したがって、忌地現象には、センチュウ以外にも重大な原因の存在することが明らかとなった。

センチュウ以外の忌地現象の原因としては、以前からイチジク由来の毒物質の存在が報告されている。しかし、本研究において、忌地汚染土壌の抽出液に、煮沸処理やメンブレンフィルターによる濾過処理を施すと、生育阻害が生じなくなることが判明した。化学物質であればフィルターを通過しないとは考え難く、忌地汚染土壌の添加によって再現された生育阻害に毒物質が関与している可能性は低いことが分かった。したがって、忌地現象に

は新たな原因を想定すべきであり、煮沸によって消滅し、フィルターを通過しないもの、つまりは、ある種の病原性微生物がその主体になると推察された。

そこで、被害根の組織内を調査したところ、Bacillus 属の一種と見られる細菌が高率に存在することが明らかとなった。これをイチジク苗に接種すると、その後の生育は抑制され、本菌の忌地関与の可能性が強まった。ただし、忌地汚染土壌の添加によって起こる根量の減少や地下部表皮の褐変といった現象は、本菌単独の接種では再現されなかった。地下部表皮の褐変は、糸状菌に起因すると考えるのが一般的であり、実際に、この褐変部分からは Fusarium 属の菌が多数分離された。病原性試験に供試した菌株が2株のみであり、これらについては明瞭な病原性を示さなかったが、忌地汚染土壌をキャプタン剤で殺菌すると生育障害がほぼ解消したことから、糸状菌の関与が示唆された。したがって、センチュウ以外の忌地現象の原因には、細菌や糸状菌の複合的な関与を想定する必要があると判断された。

第3章 台木を用いた忌地被害の回避

忌地対策としては、抵抗性台木の開発が注目されてきたが、そのためには、穂木と台木間の接ぎ木親和性の確保が前提条件になる。調査した別属5種類及び同属28種類の野生種の中では、同属で分類学的に近縁なイチジク亜属 (Ficus 亜属) の植物が、'榊井ドーフィン' との接ぎ木親和性が高かった。しかし、接木樹の樹勢は自根樹より劣り、果実収量も低下する現象が認められた。また亜属中の野生種の多くは、熱帯～亜熱帯原産のため耐寒性が低く、わが国の気候を勘案すると、台木は既存のイチジク品種の中から選抜するのが適当であると判断した。

イチジク品種を台木とする本実験において、'King'の根にはセンチュウ寄生による根粒形成が少ないことから、センチュウ対策に限れば、'King'のようなサンペドロ系品種を台木として使うことに意義が認められた。しかし、忌地汚染土壌による生育障害は、根粒を全く形成しなかった別属の野生種にも生じた。このことは、センチュウ以外の生育障害要因の重要性を改めて裏付けるとともに、台木選抜において単にセンチュウ抵抗性を指標とするだけでは、忌地対策として不十分であることを示すものであった。

そこで、センチュウに対する感受性にかかわらず、忌地の被害を相殺し、結果として、穂木 '榊井ドーフィン' の良好な生育が維持できる強勢な台木を、39種類のイチジク品種から選抜することを試みた。その結果、'Zidi'を台木に用いた場合、明らかに樹勢が補強され、忌地が発症している圃場に改植しても、健全圃場の自根樹に近い樹勢を確保できることが明らかとなった。

第4章 台木を用いたイチジク栽培法の提案

一般に、イチジク品種同士の接木は容易であり、台木に 'Zidi' や 'King' の切り枝を用い、穂木に '榊井ドーフィン' を用いて、挿し木と接ぎ木を同時に行う「接ぎ挿し法」で

も高い成功率が得られた。接ぎ挿し法は、台木苗を育成してから接木する方法に比べて長い挿し穂が必要で、苗の大量生産には不向きであるが、苗としての完成が早く、早期成園化にとって有利であった。‘King’台等の苗を忌地圃場に定植すると、若齢期に枯死することが多かったが、これを回避するには、十分な大きさの植え穴に清浄土を充てんして定植する方法が推奨できる。

‘Zidi’などの強勢品種を台木として使用する場合、それ自体は果実品質に悪影響を及ぼさず、基部節果の肥大が促進されたり、果実の成熟が早まったりする利点が認められた。しかし、結果枝が伸びすぎる場合には、間伐して植栽密度を下げるなど、果実品質に対する徒長の弊害を招かない留意が必要である。逆に、強勢台木を用いても、忌地被害を完全に払しょくできない事例もあり、この場合には土壤改良資材の投入などを併用して、できるだけ樹勢を補強することが必要である。さらに、忌地とは直接関係ないものの、土壤病害として知られる「イチジク株枯病」に対しては‘Zidi’や‘King’に抵抗性は期待できないため、これらの接木樹は、イチジク株枯病の発生がない圃場で使用し、自根樹と同様の予防策に留意して栽培する必要がある。

以上、イチジク栽培における忌地現象は、幼苗期を除いて、樹が枯死することはまれであり、根の障害に伴う矮化状態が長期間持続し、その矮化程度が著しい場合に果実生産に悪影響を及ぼすことが明らかとなった。また、これには、Bacillus 属の細菌や糸状菌の感染が第一の原因となっており、センチュウや毒素が補完的に関与し、それらによる阻害作用と樹体の再生産力との均衡によって一定の生育抑制が生じている可能性が高いと判断できた。これら忌地現象の原因と実態の結果を考慮すると、忌地現象の回避には、その生育抑制作用を相殺し、穂木の良好な生育を維持できる強勢な台木を用いることが有効であり、イチジク品種‘Zidi’が最適であった。この品種を台木に用いるイチジク栽培法は、イチジク株枯病の予防や強勢台木特有の樹勢管理に留意することで、実際栽培への普及が見込まれる。

審査結果の要旨

イチジクを栽培する上で大きな問題となっている忌地現象については、古くから原因の究明と対策が待たれてきた。

本論文は、このような実際栽培上の要望に応えるため、まず、忌地現象の実態調査を行い、原因の究明を試み、次いで、台木の選抜利用による忌地被害の回避法を考案するとともに、実際栽培に普及しようとしたものである。

成果は以下のように要約される。

第 1 章では、イチジク栽培における忌地現象の特徴と発生実態を把握するため、大阪府下の産地を調査した。忌地被害の発生率は調査樹の約 12% に及んでおり、樹齢 5~10 年の中齢樹に最も多く発症していた。忌地汚染土壌を用いた鉢植えモデル試験において、人為的に忌地現象を再現することができた。その様相から、忌地現象では根の生長の抑制度合に連動して新梢の生長が抑制されることが明らかになった。この根の抑制状態を根箱を使ってくわしく観察すると、根の表皮が褐変するなど外観的な変化は認められなかった。しかし、根の酸素消費量を測定したところ、異常に増加する現象がみられた。

忌地被害樹においては、果肉糖度の低下、基部節果実の肥大抑制などに影響がみられたが、果実の着果率や成熟率には影響がなかった。

第 2 章では、忌地現象の究明を試みた。イチジクの忌地現象の主要因としては、これまで、サツマイモネコブセンチュウの寄生が挙げられてきた。そこで、センチュウの接種試験を行ったところ、忌地現象の一つの特徴である新梢伸長が抑制される現象が認められた。しかし、接種による生長抑制の程度は同数のセンチュウを含む忌地汚染土壌に植えた樹に比べて軽かった。更に、この土壌を 60 で 2 時間処理し、センチュウを死滅させて用いても生長阻害は解消できなかった。この結果から、忌地現象にはセンチュウ以外に主要な要因の存在することが推察された。

センチュウ以外の要因の一つとして毒物質の関与が考えられるが、忌地汚染土壌の抽出液を、煮沸やメンブレンフィルターによる濾過処理を行うと生長阻害が起こらなくなった。この現象から、ある種の病原性微生物がその主体ではないかと推察された。そこで、被害根の組織内を調査したところ *Bacillus* 属の一種とみられる細菌が高率に存在しており、これをイチジク苗に接種すると、明らかに生長が抑制され、本菌の忌地への関与の可能性が高まった。しかし、忌地現象にみられる根量の減少や地下部表皮の褐変は本菌単独の接種では再現できなかった。地下部の褐変には *Fusarium* 属菌の関与が考えられるので、更に褐変部分を調査したところ、同属菌が多数分離された。また、忌地汚染土壌をキャプタン剤で殺菌したところ、生育阻害がほぼ解消した。これらのことから、*Fusarium* 属菌などの糸状菌の関与の可能性も示唆された。

第 3 章では、台木を用いた忌地被害の回避法を検討した。*Ficus* 属の 28 種類の野生種の

中では分類学的に近縁な *Ficus* 亜属の植物が‘榊井ドーフィン’との接木親和性が高かった。しかし、これらへの接木樹の樹勢は劣り、果実収量も低下したため、亜属の野生種を台木として利用するのは不適であると判断した。そこで、同種の栽培品種の中から選抜を試みたところ、センチュウの根粒形成の少ない‘King’とセンチュウは寄生するが接木樹の生育を強勢に維持できる‘Zidi’を選抜することができた。‘Zidi’を台木に用いると忌地発症圃場においても健全圃場の自根樹に近い樹勢を確保できることが判明した。

第4章では、実際栽培へ普及するのに必要な苗生産技術として、経営的にみて早期成園化に有利である‘Zidi’に‘榊井ドーフィン’を「接ぎ挿し」する方法を考案した。

本研究は、これまで明らかにされていなかったイチジクの忌地現象は、*Bacillus* 属の細菌や *Fusarium* 属などの感染が主要な原因であり、これに、センチュウや毒物質が補完的に関与して発症する現象であることを明らかにしたものである。また、本成果を通して、忌地現象を回避するには、忌地による生育抑制作用を相殺することにより、穂木の良好な生育を保持できる強勢台木を用いることが有効で、イチジク品種‘Zidi’が最適であることを見出した。大阪府下では、‘Zidi’に‘榊井ドーフィン’を「接木挿し」した苗を実際栽培へ普及することを目的にした試験栽培が開始されている。

本論文の成果は、イチジクの忌地現象の原因を明らかにするとともに、樹勢を強勢に維持できる台木に「接ぎ挿し」することによって、忌地を回避できる新しい栽培方法を開発普及したことにある。これは農学分野、園芸分野に多大の貢献をなすものである。よって、学力確認の結果と併せて、博士（農学）の学位を授与することを適当と認める。