

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 5 月 26 日現在

機関番号：12501

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25450040

研究課題名(和文) 植物工場でのイチジク周年果実生産に関する基礎的研究

研究課題名(英文) Study on the whole year fruit production of fig in a plant factory

研究代表者

大川 克哉 (Ohkawa, Katsuya)

千葉大学・園芸学研究科・講師

研究者番号：00312934

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円

研究成果の概要(和文)：植物工場でのイチジクの果実生産を目的に、挿し木当年に果実生産が可能な苗の育成方法を検討するとともに、それら苗の生理生態的特長を明らかにした。挿し木当年に十分な果実収量が得られる苗を育成するには、挿し木を冬季に行い、底熱処理によって挿し穂の発根部位のみを加温することにより、萌芽時には十分な発根量を得ることが必要であった。この苗に対して萌芽時から培養液を与えると速やかに無機成分が吸収され、このことが新梢の花芽形成に関連していると推察された。

研究成果の概要(英文)：For the fruit production of fig fruit in plant factory, the effect of hardwood cuttings and raising condition on subsequent fruit production, fruit quality and chemical components of current shoot were investigated. The propagation of the nursery stock with high fruit productivity is successfully achieved by cutting in winter season, and heating propagation medium. In these nursery stock, the rooting of cutting was promoted by heating propagation medium and the sprouting of cutting was inhibited by low temperature. The nursery stock had sufficient the volume of root at sprouting time, therefore the mineral elements in nutrient solution were rapidly absorbed in nursery stock. This result shows that mineral element contents in current shoot are relation to flower bud initiation on current shoot of fig tree.

研究分野：果樹園芸学

キーワード：イチジク 養液栽培 植物工場 挿し木 無機成分 花芽分化 炭酸ガス施用 早期成園化

1. 研究開始当初の背景

著者らは、太陽光利用型植物工場での栽培を前提に、これまで結果枝を1~2本しか持たない樹形が単純で移動が容易な小型のイチジク樹を容量6Lのポリポットに栽植して養液栽培し、それらを高密度で配置することにより早期成園化する栽培技術の開発を試みてきた。その結果、このような栽培法を行うと、樹の生育が極めて斉一で、挿し木した翌年には果実生産が可能であること(大川ら, 2007)、高品質果実の多収生産が可能であること(三宅ら, 2012)、また二期作栽培も可能であり、収穫期の異なる二期作栽培の作型を組み合わせれば周年生産も可能であることを明らかにしてきた。しかし、二期作栽培を行った場合、作型によっては特に夏季に二期作目を開始すると結果枝の生育および着果が不良となり、その点が課題として残った。そこで、この生育・着果不良の要因を解明する第1段階として、冬季に剪定した樹を冷蔵庫内で貯蔵し、夏季に出庫して生育させたところ、旺盛な新梢生育を示すとともに、着果不良は認められなかった。このことは、生育・着果不良の要因が環境要因よりも樹体内の内的要因に強く影響されていることを示唆するものと考えられた。どのような内的要因が新梢生育や花芽分化、着果に影響しているのかは明らかではなかった。

本栽培法では、これまで挿し木後1年の育苗期間を設け、翌年から果実生産を行ってきたが、挿し木当年でも新梢の上位節には花芽が形成された。したがって、この花芽を新梢の低位節から形成させ、商品性のある果実を着生させることができれば、挿し木当年から果実生産を行うことが可能と考えられる。そこで、冬季に挿し木を行い、挿し穂の発根部位のみを加温する底熱処理を行って苗を育成し、養液栽培したところ、新梢の低位節から商品性のある果実が十分着生した。これは低温条件下での挿し木により萌芽は抑制されたものの、底熱処理によって発根は促進され、萌芽後の養分吸収がスムーズに進んだためと考えられるが、この点については明らかではなかった。また、挿し穂を冷蔵し、人工的な低温条件下で挿し木し、底熱処理を行えば、年間を通して上記と同様の苗を育成できるものと考えられる。このような苗を用いればより多様な作型が可能となり、新しい周年果実生産技術を確立できる可能性がある。しかし現段階では、萌芽時の根量とその後の養分吸収や新梢の内部成分、花芽形成、果実肥大との関係、挿し木後の発根量の変化や得られた挿し木苗の定植時期が新梢生育および果実特性に及ぼす影響については不明であった。

2. 研究の目的

本研究では、まずイチジク果実の周年生産のための基礎技術の一つとなる二期作栽培、特に夏季から二期作目を開始した場合に問

題となる新梢の生育および着果の不良の要因を明らかにすることを目的に、二期作栽培樹の生理生態的特性、特に二期作栽培における一期作目の樹の生育および樹体内部成分が二期作目の樹体内部成分、無機成分吸収量、新梢伸長、花芽形成および果実収量に及ぼす影響を明らかにする。

次に挿し木当年度における果実生産技術の確立を目的に、可能にする苗の育成方法および生理生態的条件を明らかにする。さらにこれら苗の周年的生産方法が可能かどうかを検討する。

3. 研究の方法

(1) 二期作栽培樹における一期作目と二期作目の新梢における生育、着果および内部成分特性ならびに炭酸ガス施用の効果

養液栽培しているイチジク‘榎井ドーフィン’樹に対して結果枝を得るための切返し剪定を一期作目のためには1月に、二期作目のためには8月に行った。剪定後に発生した新梢の生育、着果および内部成分(全炭素、全窒素、構成糖およびデンプン含量)を定期的に調査した。また、二期作栽培樹において、春季から夏季にかけて栽培する作型および冬季から春季にかけて栽培する作型において温室内の炭酸ガス濃度を高めて(1200ppm)栽培を行い、新梢長および果実品質に及ぼす影響を調査した。

(2) 挿し木時期の違いがイチジク苗の生長、着果および果実品質に及ぼす影響

挿し穂にはイチジク‘榎井ドーフィン’1年生枝を用い、2~3節に調整した後、ロックウール粒状綿を充填した直径13.5cmのポリポットに1月(1月区)、2月(2月区)および3月(3月区)に挿し木した。挿し木後は直ちに温床マットを用いて挿し穂基部が約22℃になるよう底熱処理を行った。展葉枚数が5~6枚になった段階で、容量6Lのポリポット(培地:ロックウール粒状綿)に定植し、培養液(大塚A処方0.5単位)の供給を開始した。その後、新梢長、葉枚数、果実品質を調査した。

(3) 挿し木時期の違いが、挿し木後の発根率および根重に及ぼす影響

上記(2)と同様の方法で1月(1月区)、3月(3月区)および4月(4月区)に挿し木を行い、1月区では挿し木30日後、挿し木60日後および萌芽時に、3月区では萌芽時に、4月区では萌芽時、挿し木45日後および挿し木60日後に発根率および根乾物重を調査した。

(4) イチジク挿し木苗に対する培養液供給開始時期の違いおよび萌芽後の高濃度炭酸ガス施用が新梢生長、着果および果実品質に及ぼす影響

上記(2)と同様の方法で1月に挿し木を行い、同様の方法で定植を行った。発根開始時(発根開始時区)、萌芽時(萌芽時区)および定植(展葉枚数5~6枚)時(定植時区)から培養液の供給を開始した。その後、新梢

長，展葉数，着果率および果実品質を調査した．なお，発根開始時区の一部の苗を閉鎖型苗生産システム内に入れ，高濃度炭酸ガス（1200ppm）を施用して展葉枚数5～6枚になるまで育苗した後（炭酸ガス施用区），定植を行った．

（5）挿し木時期の違いが挿し木後に発生した新梢の内部成分に及ぼす影響

着果の良好な1月に挿し木を行った苗と不良な4月挿し木苗について，発生した新梢の内部成分について比較した．挿し木および定植方法は上記（2）と同様とし，挿し木は1月および4月に行った．挿し木後に発生した新梢について，新梢長，葉色および内部成分（全炭素，全窒素，リン酸，カリウム，カルシウムおよびマグネシウム含量）を調査した．

（6）挿し木当年に果実生産が可能な苗の周年的生産方法の検討

イチジク‘榊井ドーフィン’1年生枝を2月に採取し，0℃で冷蔵した．冷蔵開始94日後（5月）から297日後（11月）まで定期的に1年生枝を取り出し，1年生枝中の全糖およびデンプン含量を測定するとともに，閉鎖型苗生産システム内で挿し木を行った．挿し木45日後の発根率，根乾物重を調査した．さらに冷蔵した1年生枝を5月に取り出し，上記（2）と同様の方法で挿し木を行い，低温庫（9℃）内で底熱処理を行いながら育苗を行い2および3ヵ月後に温室内へ移動し，定植を（2）と同様の方法で行った．その後新梢長および葉枚数および着果について調査を行った．

（7）挿し木苗の冷蔵による作型の多様化

上記（2）と同様の方法で1月に挿し木を行った後，底熱処理条件下で育苗を行ない，萌芽直前（4月）に0℃の低温庫内に苗を移動した．低温庫内で0，1，2および3ヶ月間冷蔵した後，温室に移動し，（2）と同様の方法で定植を行い養液栽培した．その後，新梢長，葉枚数，着果および果実品質を調査した．

4．研究成果

（1）二期作栽培樹における一期作目と二期作目の新梢における生育，着果および内部成分特性ならびに炭酸ガス施用の効果

二期作栽培樹における一期作目と二期作目における新梢の着果率，生長，乾物重，構成糖含量，全炭素含量および全窒素含量の変化について比較した．その結果，二期作目では一期作目よりも初期の新梢生長速度は速いものの，最終的な新梢長は短かった．また，着果は劣っていた．全窒素含量には両者に大きな違いはなかったが，全炭素含量は一期作目の新梢でやや高い値を推移する傾向にあった．新梢内の構成糖含量を比較すると，いずれの構成糖においても二期作目の新梢では萌芽75日後まで一期作目の新梢よりも低い値を推移した．このことは二期作目における新梢低位節における花芽分化不良の要因の一つと考えられた．

春季から夏季にかけて栽培する作型および冬季から春季にかけて栽培する作型において温室内の炭酸ガス濃度を高めて（1200ppm）栽培を行ったところ，炭酸ガス施用により春季から夏季にかけて栽培する作型では新梢伸長が促進され，両作型において果実成熟の促進効果が認められたが，果実肥大促進効果は認められなかった．

（2）挿し木時期の違いがイチジク苗の生長，着果および果実品質に及ぼす影響

定植時における発根率はいずれの処理区でも100%であった．定植後の新梢長，第1果着果節位には処理区間に違いはなかった．しかし，1月区では他の区よりも着果数，着果率および果実重が高く，1樹当たりの果実収量は約2.4kgと最も高くなった．これらのことから低温条件下で挿し木を行ない，萌芽を抑制しつつ，底熱処理を行い，ある程度の発根量を確保することにより挿し木当年でも十分な果実収量が得られるものと考えられた．

（3）挿し木時期の違いが，挿し木後の発根率および根重に及ぼす影響

1月の低温条件下で挿し木し，底熱処理を行った場合の発根の様子を3月および4月に挿し木した場合とで比較した．1月区では，挿し木30日後には発根が認められ，60日後には発根率が100%に達した．また，萌芽時の根乾物重は572mgに達した．一方，3月区および4月区では，萌芽時の根乾物重はそれぞれ187および44mgと1月区よりも著しく低かった．4月区の果実収量は1月区の半分以下であり，また果実重も小さかった．これらのことから挿し木苗における萌芽時の根量はその後の着果や果実肥大に大きな影響を及ぼし，十分な果実収量を得るには乾物重で約500～600mg程度の根量が萌芽時に必要であるものと考えられた．

（4）イチジク挿し木苗に対する培養液供給開始時期の違いおよび萌芽後の高濃度炭酸ガス施用が新梢生長，着果および果実品質に及ぼす影響

培養液供給開始時期の違いが新梢生長および果実生産に及ぼす影響について検討した．新梢長，着果数，着果率および1樹当たりの果実収量は発根開始時区と萌芽時区とでは違いはなかったが，定植時区では劣っていた．一方，葉枚数の変化および果実品質には処理区間に違いはなかった．これらのことから，1月に挿し木し，当年に果実生産を行なうのには培養液供給の開始時期を萌芽時から行なうのが適切と考えられた．

萌芽時から閉鎖型苗生産システム内で高濃度炭酸ガスを施用して育苗したところ，新梢生育，着果，果実品質および果実収量には炭酸ガス施用の効果は認められなかったが，炭酸ガスを施用すると低位節果実において初期肥大が促進され，果実成熟が早まる傾向にあることが明らかとなった．

（5）挿し木時期の違いが挿し木後に発生し

た新梢の内部成分に及ぼす影響

着果および果実生産性の異なる1月に挿し木した苗と4月に挿し木した苗の新梢の内部成分について比較した。その結果、着果および果実生産性に優れる1月に挿し木した苗の新梢では、定植時において全窒素、カリウム、リン酸およびカルシウム含量が高かった。これらのことから、1月に挿し木を行なった苗では根系の発達が優れているため、早期から培養液中の無機成分吸収が活発に行なわれ、このことが着果や果実生産性を向上させている要因の一つとなっていることが推察された。

(6) 挿し木当年に果実生産が可能な苗の周年的生産方法の検討

1年生枝の発根能は冷蔵期間を通して変わらず、発根率はほぼ100%であった。しかし、挿し木45日後の根乾物重は冷蔵期間が長くなるにつれて小さくなる傾向にあった。そこで、発根に影響すると考えられる内部成分、すなわち1年生枝中の全糖およびデンプン含量について調査したところ、全糖含量は4月(冷蔵開始60日後)以降、デンプン含量は3月(冷蔵開始30日後)以降、減少する傾向にあった。これらのことから、2月に採取して冷蔵した1年生枝は297日間の冷蔵後も発根能を有していたことから、挿し穂として利用できるものと考えられた。

一方、低温庫内で挿し木を行い、底熱処理を行って2および3ヶ月間育苗したところ、両区とも発根率は100%となったものの、根重が増加せず、十分な果実収量を得ることはできなかった。今後、この点については低温庫内の温度や挿し穂基部の温度条件等についてさらに検討が必要と考えられた。

(7) 挿し木苗の冷蔵による作型の多様化

発根させた挿し木苗を低温庫内で0, 1, 2および3ヶ月間冷蔵した後、温室に移動し、定植後養液栽培したところ、苗の冷蔵期間に関わらず、新梢長、葉枚数および果実品質に大きな違いは認められなかった。しかし、冷蔵期間が長くなるにつれて果実収量はやや減少する傾向にあった。収穫期は冷蔵期間0ヶ月では8月中旬から10月下旬であったが、1ヶ月では9月中旬から12月下旬、2ヶ月では11月上旬から1月中旬、3ヶ月では1月上旬から3月上旬となり、冷蔵期間を変えることにより、収穫期間の拡大が図られ、周年果実生産を行なう一つの方法としての可能性が示唆された。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計2件)

西村崇征・大川克哉・小原 均・近藤 悟、養液栽培法によるイチジクの超密植栽培に関する研究(第5報)夏期に切り返し剪定したイチジク樹における着果不良の要因、園芸

学研究第13巻別冊2, p.132, 園芸学会, 2014年9月28日, 佐賀大学

西村崇征・大川克哉・小原 均・近藤 悟、養液栽培法によるイチジクの超密植栽培に関する研究(第6報)挿し木条件の違いが挿し木当年の着果、果実品質および新梢内部成分に及ぼす影響、園芸学研究第14巻別冊1, p.111, 園芸学会, 2015年3月29日, 千葉大学

6. 研究組織

(1) 研究代表者

大川 克哉 (OHKAWA KATSUYA)

千葉大学・大学院園芸学研究科・講師

研究者番号: 00312934