



キャベツセル成苗型の炭水化物代謝特性の解明と高品質苗の生産・維持技術開発に関する研究

佐藤，文生

(Degree)

博士（農学）

(Date of Degree)

2004-09-17

(Date of Publication)

2010-08-24

(Resource Type)

doctoral thesis

(Report Number)

乙2778

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/D2002778>

※ 当コンテンツは神戸大学の学術成果です。無断複製・不正使用等を禁じます。著作権法で認められている範囲内で、適切にご利用ください。



【 3 1 7 】

氏 名・（本 籍） 佐藤 文生 （福島県）

博士の専攻分野の名称 博士（農学）

学 位 記 番 号 博ろ第68号

学位授与の 要 件 学位規則第5条第2項該当

学位授与の 日 付 平成16年9月17日

【 学位論文題目 】

キャベツセル成型苗の炭水化物代謝特性の解明
と高品質苗の生産・維持技術開発に関する研究

審 査 委 員

主 査 教 授 安田 武司

教 授 杉本 敏男

教 授 稲垣 昇

助教授 東 哲司

(別紙様式 3)

論文内容の要旨

氏名 佐藤 文生

論文題目 (外国語の場合は、その和訳を併記すること。)

キャベツセル成型苗の炭水化物代謝特性の解明と高品質苗の生産・維持技術開発に関する研究

育苗の分業化と定植作業の機械化には、セル成型苗の利用が不可欠である。しかし、セル成型育苗は移植適期が短く、移植適期を過ぎた苗は移植後に生育遅延を起こしやすいという問題がある。そのため、移植後に良好な初期生育を示すキャベツセル成型苗を安定的に供給する技術が必要とされている。本研究では、キャベツセル成型苗の移植後の初期生育に関連した苗質の評価を炭水化物代謝特性の解明により試み、さらに、エブ&フロー方式灌水を取り入れた高品質苗生産技術と低温貯蔵による苗の品質維持技術の開発を行った。

キャベツセル成型苗では、移植後の初期生育に関与する要因として苗の炭水化物代謝の重要性が指摘されている。そこで、キャベツセル成型苗の炭水化物代謝と移植後の初期生育との関係を、根域容量、育苗日数および栽植密度と関連づけて解析し、移植時の初期生育における炭水化物の役割について検討した。

9 mL~300 mL の根域容量で苗を 21 日間育苗した。苗の乾物重は根域容量が拡大するにつれ増加した。根域容量が小さいほど葉への乾物分配率が低下した。光合成速度は根域容量が大きいほど高かった。葉のデンプンと可溶性糖濃度は、9 mL 区の植物体で最も高く、300 mL 区の植物体で最も低かった。根ではデンプンは認められなかったが、可溶性糖濃度は根域容量が小さいほど高かった。苗を根域容量 9 mL の容器から 300 mL の容器へ移植すると、苗の生育量は増加し、葉と根の炭水化物濃度は低下した。移植によって葉に取り込まれた同化産物の総量は増加し、また、葉から茎や根への同化産物の分配率も増加した。

9 mL の根域容量で苗を 28 日間育苗した。苗に蓄積する炭水化物のほとんどはデンプンとして葉に存在し、その濃度は育苗日数が長くなるにつれ高まった。

葉に蓄積したデンプンは根域容量 300 mL の容器に移植すると急速に減少した。移植後 7 日間の相対生長率は育苗日数の長い苗ほど低く、また、茎葉の相対生長率は根より低くなった。古い葉ほど移植後の葉の展開速度が遅いことがその一因と考えられた。播種後 14 日の苗では、移植後の根の生育が遮光処理と摘葉処理で同程度抑制されたのに対し、播種後 28 日の苗では遮光処理による抑制程度は摘葉処理より小さかった。移植後は葉に蓄積された同化産物の根への転流率が増加した。

根域容量が 24 mL のセルトレイで通常の栽植密度 (対照区, 128 株/トレイ) および相互遮蔽の影響が除外される程度の栽植密度 (<32 株/トレイ) で 50 日間苗を育苗した。対照区の苗は疎植区の苗に比べ、育苗日数が多くなるにしたがって茎葉部の乾物率が低下し、草丈が増加して徒長苗の様相を示した。基部では両区の苗の乾物重に大きな差は認められなかったが、葉部と根部では対照区より疎植区で旺盛な乾物増加を示した。デンプンは葉部と茎部で認められ、それらの濃度は育苗日数が多くなるにしたがって対照区より疎植区で増加した。一方、可溶性糖濃度については栽植密度の影響が認められなかった。株あたりのデンプンと可溶性糖の合計含有量は、両区とも育苗日数の増加に伴い増加したが、増加量は対照区より疎植区で多かった。根鉢からの発根量は、疎植区の葉のデンプン濃度が対照区を上回った時期以降、疎植区で対照区より高い値を示した。

これらのことから、根域容量を制限して育苗すると、苗の乾物生産は抑えられるものの多量のデンプンを葉に蓄積することが明らかとなった。デンプンの蓄積が少ない若い苗は、移植後、光合成で得られる同化産物を主に利用して発根するのに対し、育苗日数が長い苗は移植後の光合成で得られる同化産物に加え、展開後日数が経過した古い葉に蓄積したデンプンをより多く利用して発根すると考えられた。ただし、セル成型苗は高い栽植密度で育苗するため、育苗日数が増加するにつれ相互遮蔽によって移植後に葉から根へ供給されるべき炭水化物の蓄積量が少なくなり、十分な発根が得られなくなると推測された。

移植後に苗が安定して活着するためには、育苗後半の相互遮蔽による苗の徒長を回避することが重要であると考えられたので、次に、省力的な灌水が可能なエブ&フロー方式灌水をセル成型育苗に取り入れ、肥培環境制御によるキャベツセル成型苗の徒長抑制と機械移植適性の向上を試みた。試験では、肥料成分を含まない培養土を用い、播種直後に灌水液の肥料濃度を圃試処方 1/5 濃度 (1/5 区) と 1/10 濃度 (1/10 区)、または、1.5 葉期にそれぞれの濃度 (後半 1/5 区, 後半 1/10 区) として苗を育苗した。肥料の添加時期が遅いほど、また、添加時の肥料濃度が低いほど、育苗後半の苗の生育が遅かった。生育が遅い苗

は、秋期、冬期、夏期、いずれの育苗時期においても同様の生育量を示した。機械移植の際に苗のサイズが大きすぎると損傷株の増加、また、小さすぎると欠株と不良姿勢株の増加によって、移植精度が低下した。苗のサイズは収穫時の結球重に影響しなかった。これらの結果から、試作したエブ&フロー方式灌水装置では1/10区、または、後半1/5区の肥料施用条件とすることで、育苗後半の徒長を回避することができ、機械移植適性の高い苗を育成できることが明らかとなった。

セル成型育苗を行う場合、相互遮蔽によって苗が徒長する前に苗を定植することが望まれるが、悪天候による定植圃場の準備不足などで定植作業の延期を余儀なくされることがある。このような事態に対処するためには、定植適期となった苗の状態を維持する貯蔵技術が必要である。そこで、移植適期に達した苗の品質維持を目的に、貯蔵温度、培養土水分および光照射が、貯蔵中の苗の外観品質、炭水化物含量および光合成能に及ぼす影響について検討した。

貯蔵温度を5℃、10℃および15℃とし、暗黒下で14日間苗を貯蔵した。貯蔵温度が高いほど草丈が増加し、茎葉部乾物率が低下して徒長苗の様相を示した。葉のデンプン濃度は、温度に関係なく著しく低下した。葉の可溶性糖濃度は10℃および15℃において低下したが、5℃では一時的に増加し、その後も他の温度区に比べ高く推移した。苗の光合成速度は貯蔵温度が低いほど高かった。

貯蔵開始1日前より灌水を控えた乾燥区と、貯蔵開始時に十分に灌水した対照区の2処理区を設け、10℃、暗黒で6日間苗を貯蔵した。乾燥処理によって葉の水ポテンシャルが低下した苗では徒長が抑えられた。株あたりの茎葉部デンプン含有量は、乾燥区より対照区で大きく低下した。株あたりの可溶性糖含有量は、対照区で低下したのに対し、乾燥区で増加した。出庫後に移植した苗の光合成と蒸散は対照区より乾燥区で速やかに回復した。

貯蔵温度10℃、弱光照射(PPFD10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 照射時間1~24h/24h)、または、暗黒下で、14日間苗を貯蔵した。暗黒区では苗が徒長し、葉のクロロフィル濃度と出庫後の光合成速度が低下した。弱光照射区では、断続照射区、連続照射区とも苗の徒長が抑えられた。光照射時間が長いほど、乾物重と草丈が増加した。葉のクロロフィル濃度と光合成速度は光照射区ではいずれの区も暗黒区より高く維持された。光合成速度は連続照射より断続照射で高かった。明期1時間、暗期23時間の断続照射では、PPFD 0.5 から10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ の光強度の範囲では光強度に関係なく苗の徒長が抑えられ、光合成速度に差がなかった。

これらの結果から、貯蔵温度の低下、培養土水分の低下および蛍光灯による断続的な弱光照射は苗質維持に効果があり、これらの処理によって貯蔵中の苗の徒長が抑えられ、光合成能が高く維持あるいは出庫後に速やかに回復できる

ことが明らかとなった。また、貯蔵中の低温や乾燥は体内の糖蓄積を促すため、炭水化物量が強く維持されると考えられた。

苗の需要の季節変動に対処し、育苗施設の稼働率の均衡化を図るためには、予め需要の低い時期に苗を育苗し、出荷時まで苗を保持するための長期貯蔵技術が必要である。そこで、低温と蛍光灯の間欠弱光照射を利用して苗の長期貯蔵を試みた。貯蔵温度10℃、または、5℃、間欠弱光照射(1h 明期:23h 暗期、PPFD1.7~7.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、または、暗黒下で、9週間苗を貯蔵した。苗の草丈と生体重は、10℃暗黒区で徒長によって一時増加した後に低下したが、他の区ではほぼ一定に推移した。苗の乾物重は、いずれの貯蔵区も主に茎葉部で低下し、その低下程度は10℃暗黒区が他の区より大きかった。本葉の葉色値は5℃、10℃ともに暗黒区より照射区で高く維持された。定植後の生存率は10℃暗黒区で貯蔵週数の増加に伴い低下したが、他の区では貯蔵期間を通じて低下しなかった。収穫時の結球重は貯蔵週数の増加に伴って低下した。10℃区では照射により結球重低下が軽減した。これらのことから、間欠弱光照射を行えば、10℃程度の比較的高い温度で苗を長期間貯蔵しても高い苗質を維持できることが明らかとなった。

(別紙1)

論文審査の結果の要旨

氏名	佐藤 文生		
論文 題目	キャベツセル成型苗の炭水化物代謝特性の解明と高品質苗の生産・維持技術開発に関する研究		
審査委員	区 分	職 名	氏 名
	主 査	教 授	安 田 武 司
	副 査	教 授	杉 本 敏 男
	副 査	教 授	稲 垣 昇
	副 査	助教授	東 哲 司
	副 査		
要 旨			
野菜生産における育苗の分業化と定植作業の機械化には、セル成型苗の利用が不可欠である。しかし、セル成型育苗は移植適期が短く、移植適期を過ぎた苗は移植後に生育遅延を起こしやすいという問題がある。そのため、移植後に良好な初期生育を示すキャベツセル成型苗を安定的に供給する技術が必要とされている。本研究では、キャベツセル成型苗の移植後の初期生育に関連した苗質の評価を炭水化物代謝特性の解明により試み、さらに、エブ&フロー方式灌水を取り入れた高品質苗生産技術と低温貯蔵による苗の品質維持技術の開発を行っている。 第1章では、キャベツセル成型苗の炭水化物代謝と移植後の初期生育との関係を、根域容量、育苗日数および栽植密度に関連づけて解析している。9 mL~300 mLの根域容量を変えて育苗したところ、乾物重は根域容量が拡大するにつれ増加し、根域容量が小さいほど葉への乾物分配率が低下した。光合成速度は根域容量が大きいほど高かった。葉のデンプンと可溶性糖含量は、9 mL区の植物体で最も高く、300 mL区の植物体で最も低かった。根ではデンプンは認められないが、可溶性糖含量は根域容量が小さいほど高かった。苗を根域容量9 mLの容器から300 mLの容器へ移植すると、苗の生育量は増加し、葉と根の炭水化物含量は低下した。移植によって葉に取り込まれた同化産物の総量は増加し、また、葉から茎や根への同化産物の分配率も増加した。9 mLの根域容量で育苗すると、蓄積する炭水化物のほとんどはデンプンとして葉に存在し、その含量は育苗日数が長くなるにつれ高まった。根域容量300 mL容器に移植すると葉のデンプンは急速に減少した。移植後の相対生長率は育苗日数の長い苗ほど低く、また、茎葉の相対生長率は根より低く、古い葉ほど移植後の葉の展開速度が遅かった。 根域容量が24 mLのセルトレイで通常の栽植密度(対照区、128株/トレイ)および相互遮蔽の影響が除外される程度の栽植密度(<32株/トレイ)で50日間育苗した。対照区の苗は、育苗日数が多くなるにしたがって茎葉部の乾物率が低下し、草丈が増加し徒長苗の様相を示した。葉部と根部では疎植区で旺盛な乾物増加を示し、デンプン含量は育苗日数にしたがって疎植区で増加した。一方、可溶性糖含量は栽植密度の影響が認められなかった。根鉢からの発根量は、疎植区の葉のデンプン含量が対照区を上回った時期以降、疎植区で高くなった。 これらのことから、根域容量を制限して育苗すると、苗の乾物生産は抑えられるが多量のデンプンを葉に蓄積することが明らかとなり、デンプンの蓄積が少ない若い苗は移植後光合成で得られる同化産物を主に利用して発根するのに対し、育苗日数が長い苗は移植後の光合成で得られる同化産物に加え、古い葉に蓄積したデンプンをより多く利用して発根すると考えられた。ただし、セル成型苗は高い栽植密度で育苗するため、育苗日数が増加するにつれ相互遮蔽によって移植後に葉から根へ供給されるべき炭水化物の蓄積量が少なく、十分な発根が得られなくなると推測された。 第2章では、移植後に苗が安定して活着するため育苗後半の相互遮蔽による徒長を回避する必要がある、省力的な灌水が可能なエブ&フロー方式灌水をセル成型育苗に取り入れ、肥培環境制御によるキャベツセル成型苗の徒長抑制と機械移植適性の向上を試みている。肥料成分を含まない培養土を用い、灌水液の肥料濃度を圃試処方1/5濃度(1/5区)と1/10濃度(1/10区)の施肥、また、1.5葉期からの施			

氏名	佐藤 文生
肥として各濃度(後半1/5区、後半1/10区)として育苗した。肥料の添加時期が遅い、また、添加時の肥料濃度が低い場合、育苗後半の生育が遅かった。生育が遅い苗は、秋期、冬期、夏期、いずれの育苗時期においても同様の生育量を示した。機械移植の際に苗のサイズが大きすぎると損傷株の増加、また、小さすぎると欠株と不良姿勢株の増加によって、移植精度が低下した。苗のサイズは収穫時の結球重に影響しなかった。これらの結果から、試作したエブ&フロー方式灌水装置では1/10区、または、後半1/5区の肥料施用条件とすることで、育苗後半の徒長の回避と、機械移植適性の高い苗の育成ができることを明らかにした。 セル成型育苗では相互遮蔽による徒長前に定植することが望まれるが、悪天候による定植作業の延期などに対処するため、定植適期苗を維持する貯蔵技術が必要となる。そこで、第3章では、移植適期に達した苗の品質維持を目的として、貯蔵温度、培養土水分および光照射が、貯蔵中の苗の外観品質、炭水化物含量および光合成能に及ぼす影響を検討している。貯蔵温度を5℃、10℃および15℃とし、暗黒下で14日間苗を貯蔵した場合、貯蔵温度が高いほど草丈が増加し、茎葉部乾物率が低下し徒長苗の様相を示した。葉のデンプン含量は、温度に関係なく著しく低下した。葉の可溶性糖含量は10℃および15℃において低下したが、5℃では一時的に増加し、その後も他の温度区に比べ高く維持した。苗の光合成速度は貯蔵温度が低いほど高かった。貯蔵開始前より灌水を控えた乾燥区と、貯蔵開始時に十分に灌水した対照区の2処理区を設け、10℃、暗黒で6日間苗を貯蔵した。乾燥処理によって葉の水ポテンシャルが低下した苗では徒長が抑えられた。株あたりの茎葉部デンプン含量は、乾燥区より対照区で大きく低下した。株あたりの可溶性糖含量は、対照区で低下したのに対し、乾燥区で増加した。出庫後に移植した苗の光合成と蒸散は対照区より乾燥区で速やかに回復した。貯蔵温度10℃、弱光照射(PPFD 10$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 照射時間1~24h/24h)、または、暗黒下で、14日間苗を貯蔵した。暗黒区では苗が徒長し、葉のクロロフィル濃度と出庫後の光合成速度が低下した。弱光照射区では、連続、断続照射区とも苗の徒長が抑えられた。照射時間が長いほど、乾物重と草丈が増加した。クロロフィル含量と光合成速度は光照射区では暗黒区より高く維持された。光合成速度は連続より断続照射で高かった。明期1時間、暗期23時間の断続照射では、PPFD 0.5~10 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$の光強度の範囲では光強度に関係なく苗の徒長が抑えられ、光合成速度に差がなかった。 これらの結果から、貯蔵温度の低下、培養土水分の低下および蛍光灯による断続的な弱光照射は、苗質維持に効果があり、貯蔵中の苗の徒長が抑えられ、光合成能が高く維持あるいは出庫後に速やかに回復できることを明らかにした。また、貯蔵中の低温や乾燥は体内の糖蓄積を促した。 苗需要の季節変動に対処し育苗施設の稼働率の均衡化を図るため、需要の低い時期に育苗し、出荷時まで苗を保持するための長期貯蔵技術が必要である。そこで、第4章では、低温と蛍光灯の間欠弱光照射を利用して苗の長期貯蔵を試みた。貯蔵温度10℃、または、5℃、間欠弱光照射(1h明期:23h暗期、PPFD1.7~7.6 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)、または、暗黒下で、9週間苗を貯蔵した。苗の草丈と生体重は、10℃暗黒区で徒長により一時増加した後に低下したが、他の区ではほぼ一定に推移した。苗の乾物重は、いずれの貯蔵区も主に茎葉部で低下し、その低下程度は10℃暗黒区が大きかった。本葉の葉色値は5℃、10℃ともに暗黒区より照射区で高く維持された。定植後の生存率は10℃暗黒区で貯蔵週数の増加に伴い低下したが、他の区では貯蔵期間を通じて低下しなかった。収穫時の結球重は貯蔵週数の増加に伴って低下した。10℃区では照射により結球重低下が軽減した。これらのことから、間欠弱光照射を行えば、10℃程度の比較的高い温度で長期間貯蔵しても高い苗質を維持できた。 本研究は、キャベツ成型苗について、その炭水化物代謝、苗質の評価、栽培法と成型苗の貯蔵法の環境要因の検討を行い、成型苗生産法と苗長期貯蔵条件を確立し、野菜の成型苗生産と苗の品質維持技術の発展に重要な知見を得たものとして価値ある集積であると認める。よって、学位申請者佐藤文生は博士(農学)の学位を得る資格があると認める。	
・特記事項 ・特許登録数 ・発表論文数 27編 総説 4編	