

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 29 年 6 月 26 日現在

機関番号：14601

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25750073

研究課題名(和文)全茎切断法による植物の再生と増殖を簡便に学習できる教材開発

研究課題名(英文) Development of teaching material for learning plant regeneration and propagation by complete decapitation

研究代表者

箕作 和彦 (MITSUKURI, Kazuhiko)

奈良教育大学・教育学部・准教授

研究者番号：50613709

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,400,000円

研究成果の概要(和文)：中学校技術科の生物育成分野では、教室内で植物を育成でき、教育効果の高い教材の開発が求められている。そこで、園芸分野で開発された全茎切断法による植物体の増殖について、生物育成分野の学習に利用できて簡便に実習できる教材の開発を行った。ミニトマトに全茎切断法適用すると、トマトの再分化の観察に加えて、栽培技術である挿し木や収穫の体験および観察もできた。また、中学校における授業実践により、本教材が中学生に生物育成に対する興味をもたせて学習内容の理解を促すことが明らかになった。これらの結果より、本研究では中学校において植物の栽培について広く学習できる教材を開発した。

研究成果の概要(英文)：The field of nurturing living things in junior high school technology education need development of teaching material with high efficient of education and plant cultivation in classroom. We developed a teaching material which we could easily practical in class, using the method of plant propagation by all stem and shoot tip cutting in horticulture. When the all stem and shoot tip cutting apply to tomato, we can observe plant regeneration and experience of the cutting and the harvest. In addition, teaching at a junior high school, the teaching material was revealed that junior high students were interested in nurturing living things and promoted understanding. Therefore, the teaching material can learn across a range of plant cultivation in junior high school.

研究分野：園芸

キーワード：植物 増殖 生物育成 技術教育 教材

## 1. 研究開始当初の背景

近年、バイオテクノロジーの開発とともに、農業・園芸における栽培技術が著しく発展している。一方、学校教育では、科学技術の教育が進められているが、教育目標に沿った教材開発が遅れている分野がある。特に中学校技術科では、生物育成分野が新設され栽培分野の授業展開が求められるようになった。これまで栽培分野の教育実践例がいくつか報告されているが、ほとんどが田や畑における作物や野菜の栽培であった。しかし、都市部の学校の施設状況では田や畑の整備が困難なため、鉢やプランターを利用した容器栽培を行う学校が多い。そのため、教室内で植物を育成でき、教育効果の高い教材の開発が望まれている。

## 2. 研究の目的

栽培分野の教育内容において、植物の増殖については種子繁殖や挿木繁殖は取り扱われているがバイオテクノロジーに関する記述は少ない。バイオテクノロジーは、植物の増殖だけでなく遺伝子組換え植物の作出に不可欠な技術であり、未来の食糧生産に与える影響は大きくこれからの科学教育で着目される重要な内容と考えられる。

最近の農業および園芸研究では、植物体の主茎および側枝を切断して、茎切断面から植物体を再分化させる全茎切断法が新たなクローン苗増殖技術として開発されている。また、本手法は、バイオテクノロジーで代表される組織培養よりも簡便に増殖過程を観察できるので、教材として応用性の高い技術と考えられる。

そこで、植物の再分化および増殖の様子を容易に観察できる全茎切断法に着目し、植物

体の増殖技術についての教材化を目的として、栽培および観察活動を通じた教育効果の高い新たな教材を開発する。

## 3. 研究の方法

共通の材料および方法を以下に示す。

材料は、一般に市販されているミニトマト‘レジナ’を用いた。‘レジナ’は、草丈が15~20 cmの短茎性の品種であり、支柱を立てる必要がなく省スペースでの栽培が可能である。

栽培環境の管理は、スチールラックと蛍光灯で作成した栽培用の棚を用いて、日長は16時間照明とした。また、光の偏りを減らすために、スチールラックの四面にアルミのシートを取り付けた。室内温度は、平均24℃になるようエアコンで制御した。

ミニトマトの種子は、催芽して発芽したものを赤玉土とパーミキュライト(体積比2:1)を混合した培土を詰めたポリ鉢に定植した。栽培期間中、植物には園試処方液肥を適宜与えた。

### (1) 植物体の葉数と不定芽形成の関係

トマトの種子から発芽した植物体は、ハイドロボールを培地としたポリ鉢に定植した。栽培期間中、植物には園試処方液肥を適宜与えた。全茎切断法として、供試植物体の本葉を5~6枚展葉した時期に茎の切断と腋芽の除去を行った。なお、植物体の葉数の違いについて比較するために、本葉を4枚残して第5葉の直下で切断する(切断区1)と本葉を6枚残して頂芽を切断する(切断区2)を設定した。切断後、植物体の生存率、不定芽形成率、不定芽形成数を調査した。

## (2) 肥料成分が不定芽形成に及ぼす影響

トマトの種子を殺菌して、園試処方液の液肥に寒天を加えて固めた培地に播種した。全茎切断法として、発芽後、第2本葉が展葉した時期に子葉直下で茎を切断した。全茎切断後、植物体は園試処方液の全成分を添加した All 液、窒素成分を除いた N free 液、リン成分を除いた P free 液、カリウム成分を除いた K free 液の4種類の液肥を培地としたプラントボックスに定植した。定植後、植物体の生存率、不定芽形成率、不定芽形成数を調査した。

## (3) 植物体の腋芽処理と不定芽形成の関係

全茎切断法として、供試植物体の本葉を5から6枚展葉した時期に茎の切断と腋芽の除去を行った。切断後、腋芽は発達するため栽培期間中適宜切除した。また、植物体の生存率、不定芽形成率、不定芽形成数を調査した。

## (4) 全茎切断で形成した不定芽の利用

不定芽の大きさが挿し木に及ぼす影響

全茎切断の実験で採取した不定芽を草丈1cmと草丈3cmでそれぞれ葉数3枚以上の不定芽を挿し木した。挿し木4週間後にそれぞれの生存率と発根率について調査した。

不定芽由来の苗の開花と結実

種子から育成した苗と全茎切断で形成した不定芽を挿し木して育成した苗をそれぞれ栽培して、着蕾・開花および結実時期について調査した。

## (5) 教材の授業実践と評価

これまでの実験結果より開発した教材を実際の教育現場で授業実践を行い、教材の教育効果についてアンケート調査により評価した。

授業実践は、奈良県の公立中学校に依頼し、

第2学年の生徒を対象とした。授業は技術の生物育成分野の時間で行った。

授業は栽培に関する作業と講義、観察を含めて全6時間行った。講義は土に関する内容、肥料に関する内容、植物を育てる技術に関する内容を3回の授業で行った。また、栽培の実習では、土づくり、苗の定植、全茎切断、腋芽の処理について説明した。実習を通して播種から全茎切断後の不定芽の形成過程について観察および記録させた。

授業実践後に、アンケート調査を実施した。アンケート調査では、多肢選択法及び、自由記述法の2種類を用いた。多肢選択法では、教材の評価を目的とし、生物育成に対する興味の獲得や実験内容の習得に関する問いを設け、生物育成の学びに対する生徒の意見を調査する問いを設定した。多肢選択法では、それぞれの設問で「とてもできた」から「できた」、「あまりできなかった」、「できなかった」までの4段階の尺度で回答を求めた。また、自由記述法では、実験内容の習得と今後の生物育成の授業で学びたいことについて回答を求めた。

## 4. 研究成果

### (1) 植物体の葉数と不定芽形成の関係

トマトの全茎切断から約2週間後に、植物体は茎切断部にカルスを形成し不定芽を形成した。トマトの全茎切断法による不定芽形成の様子を図1に示す。本葉を4枚の残した植物体(切断区1)では、不定芽の形成数が多く、形成時期も早くなる傾向がみられた。一方、本葉を6枚残した植物体(切断区2)では不定芽の形成数が少なく、形成時期が遅くなることが明らかになった。全茎切断から5週間後、不定芽形成数は切断区1では17.3/植物

体となり、切断区 2 では 5.6/植物体となった。また、植物体は、茎切断面に不定芽をある程度形成すると、不定芽の伸長成長が始まり新たに不定芽を形成しないことがわかった。

( 2 ) 肥料成分が不定芽形成に及ぼす影響  
全茎切断後に、園試処方 of 主要な 3 成分を欠乏させた液肥 ( N free 液、P free 液、K free 液 ) と全ての成分を含んだ液肥 ( All 液 ) で栽培すると、切断から 3 週間後の不定芽形成時期まで各肥料区で差はみられなかったが、4 週間後の不定芽形成率は、All 液と P free 液で 73%、K free 液で 47 %、N free 液で 30 % となった。また、切断から 7 週後の不定芽形成数は、N free 液は 1.7 本/植物体、P free 液は 2.7 本/植物体、K free 液は 2.6 本/植物体で、これに対して All 液では 4.9 本/植物体となり、N free 液で不定芽形成数が少なくなった。さらに、N free 液で形成した不定芽は、形成後の伸長成長がほとんどみられなかった。P free 液と K free 液の結果から、リンとカリウムはトマトの不定芽形成に大きな影響はないが、両成分の欠乏により不定芽の形成数が減少することがわかった。したがって、トマトの全茎切断による不定芽形成には、肥料の主要成分である窒素、リン、カリウムは不可欠なものであり、特に窒素は不定芽形成に必要であることが明らかになった。

( 3 ) 植物体の腋芽処理と不定芽形成の関係  
トマトの全茎切断から約 2 週間後に、植物体は茎切断部にカルスを形成し不定芽を形成した。トマトの全茎切断法による不定芽形成の様子を図 1 に示す。母株で発達する腋芽の切除処理数は、全茎切断後、1 週間で平均 4.5 本、2 週間で 4.6 本と 3 週間以降よりも多か

った。一方、全茎切断部における不定芽形成率は、切断後 2 週間で 5%、3 週間で 45 %、4 週間で 85 % となり 3 週間以降に増加した。また、全茎切断から 5 週間後に全ての個体で不定芽を形成して、不定芽形成数は 83 本と最も多くなった。そのため、全茎切断後は、最初の 2 週間に腋芽切除処理を行い、3~5 週間に不定芽形成を観察する栽培計画を立てる必要がある。

( 4 ) 不定芽の大きさが挿し木に及ぼす影響  
挿し木した不定芽は、切断部にカルス、不定根を形成して幼苗を得ることができた。挿し木した不定芽の不定根形成の様子を図 2 に示す。挿し木した不定芽のうち、草丈 1 cm は生存率が 53 % だったのに対し、草丈 3 cm では 80 % になった。また、発根後に枯死した不定芽は、草丈 1 cm で 17%、草丈 3 cm で 11% であった。そのため、草丈 3 cm の不定芽の挿し木で、発根後に枯死した個体を生存させることができれば、教材としての利用価値をさらに高められると考えられる。

不定芽由来の苗の開花と結実  
種子および不定芽由来の苗は、栽培棚で生育して着蕾、開花して結実した。種子由来のトマト苗は、着蕾、開花に平均 11 週間、結実に 16 週間必要であった。一方、不定芽を挿し芽したトマト苗は、着蕾、開花に平均 7 週間、結実に平均 10 週間必要であった。したがって、トマトの不定芽由来の苗は、種子由来の苗よりも早く着蕾、開花、結実することが明らかになった。これにより、栽培学習における開花、収穫に関する内容だけでなく、発展として種苗生産についても学ぶことができると考えられる。

(5) 教材の授業実践と評価

本教材の授業実践から、生き物を育てることに興味を持つことができたかを問う設問では、約 85 %が「とてもできた」、「できた」と回答した。また、実習を通してバイオテクノロジーなどの栽培技術に興味をもつことができたかを問う設問では、約 70 %が「とてもできた」、「できた」と回答した。さらに、本実習内容の理解を問う設問では、約 80 %が「とてもできた」、「できた」と回答し、いずれも本教材の教育効果について肯定的な結果となった。

以上より、本研究で開発した全茎切断法による植物の増殖に関する教材は、中学校技術の生物育成分野の授業で活用でき、生徒の興味や学習内容の理解を促すことが明らかになった。

5. 主な発表論文等

〔学会発表〕(計3件)

箕作和彦、細田一智、トマトの栽培培地および肥料が不定芽形成に及ぼす影響、日本農業教育学会、2014年10月18日～19日、東京農業大学

箕作和彦、石井健人、トマトの栽培学習における不定芽の利用、日本農業教育学会、2015年8月29日～30日、千葉大学

箕作和彦、細田一智、杉森克矢、トマトの全茎切断法による増殖の教材開発、日本農業教育学会、2017年10月8日～9日、静岡大学(予定)

6. 研究組織

(1) 研究代表者

箕作 和彦 (MITSUKURI, Kazuhiko)